

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-231622  
(P 2 0 0 2 - 2 3 1 6 2 2 A)  
(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
H01L 21/027		G03F 7/22	H 5F031
G03F 7/22		H01L 21/68	F 5F046
H01L 21/68		21/30	G 515

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全21頁)

(21) 出願番号 特願2001-356904 (P 2001-356904)  
(22) 出願日 平成13年11月22日 (2001.11.22)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-362258 (P 2000-362258)  
(32) 優先日 平成12年11月29日 (2000.11.29)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004112  
株式会社ニコン  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
(72) 発明者 井上 次郎  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
式会社ニコン内  
(74) 代理人 100102901  
弁理士 立石 篤司

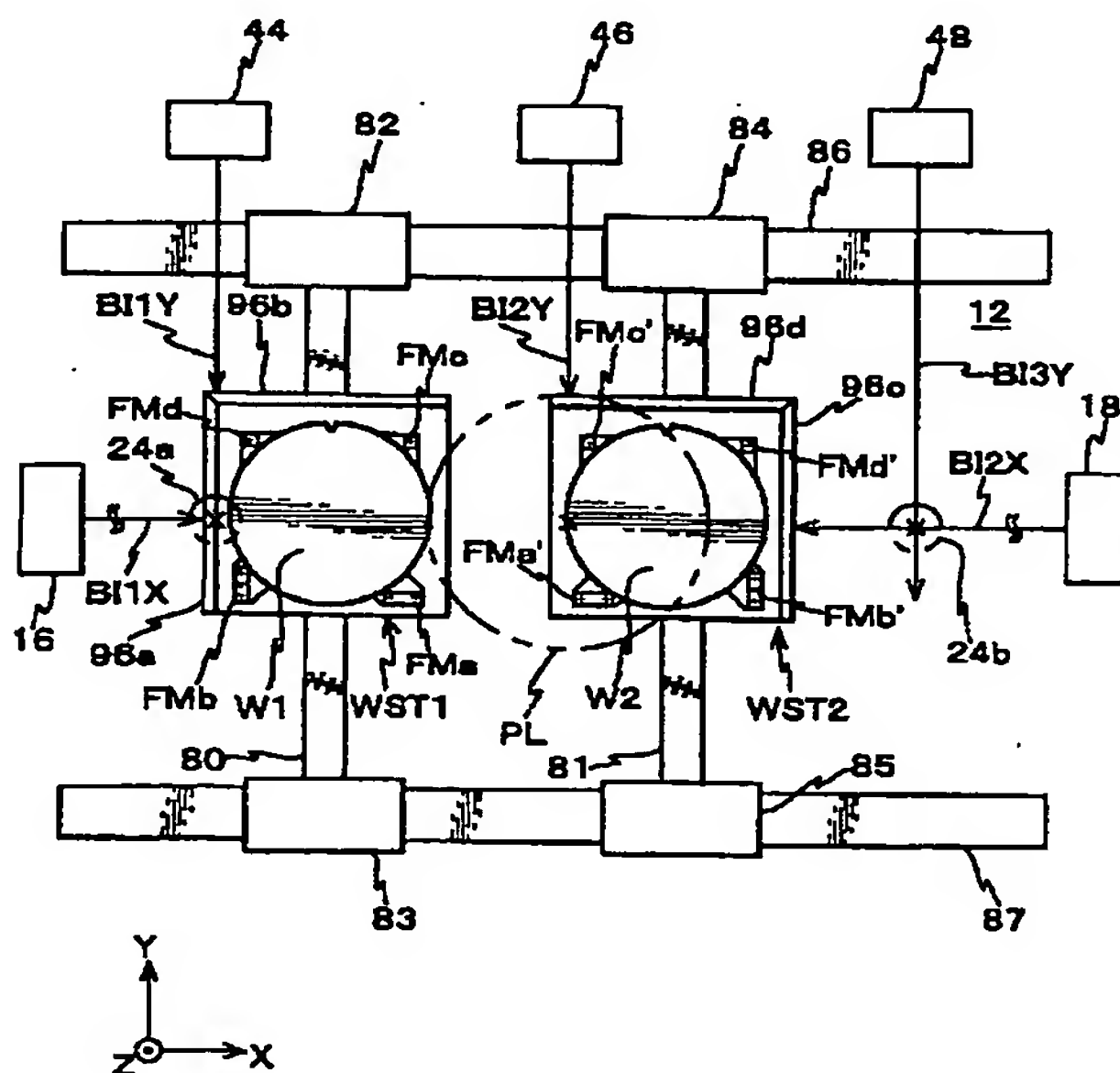
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステージ装置及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】 基板ステージの小型化及び装置フットプリントの縮減を図る。

【解決手段】 基板ステージ (WST1, WST2) 上において、基板ホルダ (H1, H2) との位置関係が一定となるように、使用される計測シーケンス毎に複数の基準マークが分散して配置された複数の基準マーク板 (FMa~FMd, FMa'~FMd') が、基板ホルダの周辺に設けられている。このため、基板ステージ上の僅かなスペースに基準マーク板を設けることができる。また、制御装置により、マーク検出系を用いて各基準マークの位置情報を検出する検出動作を含む各種計測シーケンスが実行される。従って、計測機能を維持したまま、基板ステージの小型化、ひいては装置のフットプリントの縮減を図ることが可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を保持する基板保持部材と；前記基板保持部材を載置して 2 次元移動するとともに、前記基板保持部材との位置関係が一定となるように複数の基準マークがそれらが使用される計測シーケンス毎に分散して配置された基板ステージと；を備えるステージ装置。

【請求項 2】 前記複数の基準マークは、前記基板保持部材の中心を含む多角形の各頂点位置の近傍にそれぞれ配置された少なくとも 3 つの基準マークであることを特徴とする請求項 1 に記載のステージ装置。

【請求項 3】 前記複数の基準マークは、前記基板保持部材の中心を通る直線上の前記中心に関して反対側に配置された第 1 基準マーク及び第 2 基準マークを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のステージ装置。

【請求項 4】 前記基板ステージ上の前記基板保持部材の周辺に設けられ、前記基準マークの少なくとも 1 つが、それぞれ形成された複数の基準マーク板を更に備えることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載のステージ装置。

【請求項 5】 エネルギービームにより基板を露光して前記基板上に所定のパターンを形成する露光装置であつて、

2 次元移動する基板ステージと；前記基板ステージ上に載置され前記基板を保持する基板保持部材と；前記基板保持部材との位置関係が一定となるように前記基板ステージ上の前記基板保持部材の周辺に設けられ、使用される計測シーケンス毎に複数の基準マークが分散して配置された複数の基準マーク板と；前記基板ステージ上に存在するマークを検出するマーク検出系と；前記マーク検出系を用いて前記複数の基準マークの少なくとも 1 つを検出する検出動作をそれぞれ含む各種計測シーケンスを実行する制御装置と；を備える露光装置。

【請求項 6】 前記基板ステージの位置を、直交座標系上で管理する位置計測装置を更に備え、前記複数の基準マーク板は、前記直交座標系上の第 1 軸方向に沿って複数の基準マークが配置された第 1 軸方向に細長く伸びる第 1 マーク板と、前記第 1 軸方向に直交する第 2 軸方向に沿って複数の基準マークが配置された第 2 軸方向に細長く伸びる第 2 マーク板とを含むことを特徴とする請求項 5 に記載の露光装置。

【請求項 7】 前記パターンが形成されたマスクを保持するマスクステージと；前記マスクステージと前記基板ステージとを前記第 2 軸方向に沿って同期移動する駆動装置と；前記マスクの前記パターンの前記第 1 軸方向の両側に形成された少なくとも一対のマスクマークを計測する一対のマスク用マーク検出系と；を更に備え、前記第 1 マーク板の前記第 1 軸方向の長さが前記対を成すマスクマーク間の距離にほぼ対応する長さとなされ、前記第 2 軸方向の長さが前記基準マークを形成するのに必要な長さより僅かに大きな長さとなされていることを特徴

とする請求項 6 に記載の露光装置。

【請求項 8】 前記パターンが形成されたマスクを保持するマスクステージと；前記マスクステージと前記基板ステージとを前記第 2 軸方向に沿って同期移動する駆動装置と；前記マスクステージの位置を計測するマスク側位置計測装置と；前記マスク上の前記パターンの前記第 1 軸方向の両側に形成された複数対のマスクマークを計測するマスク用マーク検出系と；を更に備え、前記第 2 マーク板の前記第 2 軸方向の長さが前記パターンの前記第 2 軸方向の長さにはほぼ対応する長さとなされ、前記第 1 軸方向の長さが前記基準マークを形成するのに必要な長さより僅かに大きな長さとなされていることを特徴とする請求項 6 に記載の露光装置。

【請求項 9】 エネルギービームにより基板を露光して前記基板上に所定のパターンを形成する露光装置であつて、

2 次元移動する基板ステージと；前記基板ステージの位置を計測する位置計測装置と；前記基板ステージ上に載置され前記基板を保持する基板保持部材と；前記基板保持部材との位置関係が一定となるように前記基板ステージ上に設けられ、前記基板保持部材の中心を含む多角形の各頂点位置の近傍にそれぞれ配置された少なくとも 3 つの基準マークと；前記基準マークを含む前記基板ステージ上に存在するマークを検出するマーク検出系と；前記マーク検出系と前記位置計測装置とを用いて少なくとも 3 つの基準マークの 1 つ又は複数を検出する検出動作をそれぞれ含む各種計測シーケンスを実行する制御装置と；を備える露光装置。

【請求項 10】 前記基板ステージ上の前記基板保持部材の周辺に設けられ、前記基準マークの少なくとも 1 つが、それぞれ形成された複数の基準マーク板を更に備えることを特徴とする請求項 9 に記載の露光装置。

【請求項 11】 前記複数の基準マーク板には、前記少なくとも 3 つの基準マークが、それらが使用される計測シーケンス毎に分散して配置されていることを特徴とする請求項 10 に記載の露光装置。

【請求項 12】 前記基板ステージの位置は、前記位置計測装置により直交座標系上で管理されており、前記複数の基準マーク板は、前記直交座標系上の第 1 軸方向に沿って複数の基準マークが配置された第 1 軸方向に細長く伸びる第 1 マーク板と、前記第 1 軸方向に直交する第 2 軸方向に沿って複数の基準マークが配置された第 2 軸方向に細長く伸びる第 2 マーク板とを含むことを特徴とする請求項 10 又は 11 に記載の露光装置。

【請求項 13】 前記少なくとも 3 つの基準マークのそれぞれは、前記基板保持部材に形成されていることを特徴とする請求項 9 に記載の露光装置。

【請求項 14】 エネルギービームにより基板を露光して前記基板上に所定のパターンを形成する露光装置であつて、

10

20

30

40

50

2次元移動する基板ステージと；前記基板ステージの位置を計測する位置計測装置と；前記基板ステージ上に載置され前記基板を保持する基板保持部材と；前記基板保持部材との位置関係が一定となるように前記基板ステージ上に設けられ、前記基板保持部材の中心を通る直線上の前記中心に関して反対側に配置された第1基準マーク及び第2基準マークを含む少なくとも2つの基準マークと；前記少なくとも2つの基準マークを含む前記基板ステージ上に存在するマークを検出するマーク検出系と；前記マーク検出系と前記位置計測装置とを用いて前記少なくとも2つの基準マークの1つ又は複数を検出する検出動作をそれぞれ含む各種計測シーケンスを実行する制御装置と；を備える露光装置。

【請求項15】 前記基板ステージ上の前記基板保持部材の周辺に設けられ、前記少なくとも2つの基準マークのいずれかが形成された複数の基準マーク板を更に備えることを特徴とする請求項14に記載の露光装置。

【請求項16】 前記複数の基準マーク板には、前記少なくとも2つの基準マークが、それらが使用される計測シーケンス毎に分散して配置されていることを特徴とする請求項15に記載の露光装置。

【請求項17】 前記基板ステージの位置は、前記位置計測装置により直交座標系上で管理されており、前記複数の基準マーク板は、前記直交座標系上の第1軸方向に沿って前記第1基準マークを含む複数の基準マークが配置された第1軸方向に細長く伸びる第1マーク板と、前記第1軸方向に直交する第2軸方向に前記第2基準マークを含む複数の基準マークが配置された第2軸方向に細長く伸びる第2マーク板とを含むことを特徴とする請求項15又は16に記載の露光装置。

【請求項18】 前記少なくとも2つの基準マークのそれぞれは、前記基板保持部材に形成されていることを特徴とする請求項14に記載の露光装置。

【請求項19】 前記基板ステージの位置は、前記位置計測装置により直交座標系上で管理されており、前記第1基準マークと前記第2基準マークとを結ぶ前記直線が、前記直交座標系の両座標軸に対してほぼ45°の傾斜を有していることを特徴とする請求項14、15、16、18のいずれか一項に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ステージ装置及び露光装置に係り、更に詳しくは、エネルギービームにより基板を露光して前記基板上に所定のパターンを形成する露光装置及び該露光装置に好適に適用できるステージ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体素子、液晶表示素子等を製造するためのリソグラフィ工程では、マスク又はレチクル（以下「レチクル」と総称する）に形成されたパ

ターンを投影光学系を介してレジスト等が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の基板（以下、「ウエハ」と総称する）上に転写する露光装置が用いられている。近年では、半導体素子の高集積化に伴い、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置（いわゆるステッパ）や、このステッパに改良を加えたステップ・アンド・スキャン方式の走査型投影露光装置（いわゆるスキャニング・ステッパ）等の逐次移動型の投影露光装置が主流となっている。

【0003】半導体素子等は、ウエハ上に複数層のパターンを重ね合せて形成されるため、ステッパ等の露光装置では、ウエハ上に既に形成されたパターンと、レチクルに形成されたパターンとの重ね合せを高精度に行う必要がある。このため、ウエハ上のパターンが形成されたショット領域の位置を正確に計測する必要があり、この方法として、各ショット領域に付設されたアライメントマークの位置を種々の位置計測センサを用いて計測することがなされている。

【0004】また、この計測のために、ウエハを保持するウエハステージ上には、レチクル、投影レンズ及びウエハの位置関係を計測する基準となる複数種類の基準マークが形成されたフィデューシャルマーク板（基準マーク板）がウエハ近傍に設けられている。

【0005】この基準マーク板は、通常はウエハステージ上に1枚配置されており、基準マーク板上に形成された基準マークを計測することで、位置計測センサ間の相対距離の管理、ステージの位置を計測するステージ干渉計の直交度、及びステージ干渉計により計測される干渉縞のカウントから距離を導き出すための換算レートの管理などが行われている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの管理のための計測を1枚の基準マーク板で行う場合、その計測距離のスペンが基準マーク板のサイズによって制約を受けるため、これにより計測精度が低下する恐れがある。

【0007】このため、計測精度を向上させる手段として、基準マーク板のサイズを拡大することが考えられるが、ステージの大型化が引き起こされることが懸念される。特に、最近注目されている複数の基板ステージを備える露光装置にあっては、ステージの駆動範囲を非常に広く確保する必要があるため、装置のフットプリントを必然的に増大させるという不都合をも有している。

【0008】また、上述した複数ステージを備える露光装置の場合、露光用光学系を1つしか備えていない場合が多く、このような場合に、ステージ同士の干渉を防止する必要から露光位置とアライメント位置とが遠く離れる傾向がある。このため、露光位置とアライメント位置との間でステージの位置を計測する干渉計光軸がステージから外れてしまう。しかるに、このような場合であっ

10

20

30

40

50



ても、ステージ上の基板の露光用光学系やマスクに対する相対位置を精度良く管理する必要がある。

【0009】本発明は、かかる事情の下になされたもので、その第1の目的は、計測機能を維持したまま、その小型化を図ることができるステージ装置を提供することにある。

【0010】また、本発明の第2の目的は、基板ステージの小型化及び装置フットプリントの縮減が可能な露光装置を提供することにある。

【0011】また、本発明の第3の目的は、基板ステージの小型化及び装置フットプリントの縮減が可能で、かつ基板の位置を常に精度良く管理することが可能な露光装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、基板(W1、W2)を保持する基板保持部材(H1、H2)と；前記基板保持部材を載置して2次元移動するとともに、前記基板保持部材との位置関係が一定となるように複数の基準マーク(Ma1～Md又はMh、Mi)がそれらが使用される計測シーケンス毎に分散して配置された基板ステージ(WST1、WST2)と；を備えるステージ装置である。

【0013】これによれば、基板ステージ上において、基板保持部材との位置関係が一定となるように複数の基準マークがそれらが使用される計測シーケンス毎に分散して配置されている。このため、例えばそれぞれの基準マークを基板保持部材の周辺部に相互にある程度の間隔となるように配置することができる。これにより、基準マーク間の間隔(距離)を十分大きくとることができ、計測スパンの制約を緩和することができ、これにより計測精度の向上を図ることができる。また、基板ステージ上の僅かなスペースにそれぞれの基準マークを配置することができる。複数の基準マークがそれらが使用される計測シーケンス毎に分散して配置されているので、計測に関する機能を維持することができる。従って、計測機能を維持したまま、その小型化を図ることができる。

【0014】この場合において、請求項2に記載のステージ装置の如く、前記複数の基準マーク(Ma1～Md)は、前記基板保持部材の中心を含む多角形の各頂点位置の近傍にそれぞれ配置された少なくとも3つの基準マークであることとすることができる。かかる場合には、基準マークで囲まれる多角形の領域の内部に基板保持部材の中心が存在するので、基準マークの位置の計測結果に基づいて基板保持部材の中心を求める場合、その中心点は基準マーク位置のいわば内挿点に相当する。従って、例えば、基準マークの位置情報に基づいて所定の演算を行なうことにより、基板保持部材の中心を原点とする保持部材座標系をある程度高い信頼度で求めることができる。

【0015】上記請求項1に記載のステージ装置におい

て、請求項3に記載のステージ装置の如く、前記複数の基準マークは、前記基板保持部材の中心を通る直線上の前記中心に関して反対側に配置された第1基準マーク及び第2基準マーク(Mh、Mi)を含むこととすることができる。かかる場合には、第1基準マークと第2基準マークとが基板保持部材の中心を通る直線上の中心に関して反対側に配置されているので、両基準マーク間の間隔を基板保持部材の直径程度の長さにとることができる。計測スパンの制約を緩和することができ、これにより計測精度の向上を図ることができる。また、2つの基準マークが基板保持部材の中心に対して対称であることから、例えば基板保持部材の中心座標及び回転角を容易に算出することが可能である。

【0016】上記請求項1～3に記載の各ステージ装置では、前記各基準マークは、基板ステージ上に直接形成されていても良いが、例えば請求項4に記載のステージ装置の如く、前記基板ステージ上の前記基板保持部材の周辺に設けられ、前記基準マークの少なくとも1つが、それぞれ形成された複数の基準マーク板(FMa～FMd、FMa'～FMd')を更に備えていても良い。

【0017】請求項5に記載の発明は、エネルギービーム(IL)により基板(W1、W2)を露光して前記基板上に所定のパターンを形成する露光装置であって、2次元移動する基板ステージ(WST1、WST2)と；前記基板ステージ上に載置され前記基板を保持する基板保持部材(H1、H2)と；前記基板保持部材との位置関係が一定となるように前記基板ステージ上の前記基板保持部材の周辺に設けられ、使用される計測シーケンス毎に複数の基準マークが分散して配置された複数の基準マーク板(FMa～FMd、FMa'～FMd')と；前記基板ステージ上に存在するマークを検出するマーク検出系(24a、24b)と；前記マーク検出系を用いて前記複数の基準マークの少なくとも1つを検出する検出動作をそれぞれ含む各種計測シーケンスを実行する制御装置(90)と；を備える露光装置である。

【0018】これによれば、基板ステージ上において、基板保持部材との位置関係が一定となるように基板保持部材の周辺に、使用される計測シーケンス毎に複数の基準マークが分散して配置された複数の基準マーク板が設けられている。このため、基板ステージ上の僅かなスペースに基準マーク板を設けることができる。また、制御装置により、マーク検出系を用いて複数の基準マークの少なくとも1つを検出する検出動作をそれぞれ含む各種計測シーケンスが実行されるので、計測に関する機能を維持することができる。従って、計測機能を維持したまま、基板ステージの小型化、ひいては装置のフットプリントの縮減を図ることが可能となる。

【0019】この場合において、請求項6に記載の露光装置の如く、前記基板ステージの位置を、直交座標系上で管理する位置計測装置を更に備える場合、前記複数の

10

20

30

40

50

基準マーク板は、前記直交座標系上の第 1 軸方向に沿って複数の基準マークが配置された第 1 軸方向に細長く伸びる第 1 マーク板と、前記第 1 軸方向に直交する第 2 軸方向に沿って複数の基準マークが配置された第 2 軸方向に細長く伸びる第 2 マーク板とを含むこととすることができる。

【0020】この場合において、請求項 7 に記載の露光装置の如く、前記パターンが形成されたマスク (R) を保持するマスクステージ (RST) と；前記マスクステージと前記基板ステージとを前記第 2 軸方向に沿って同期移動する駆動装置と；前記マスクの前記パターンの前記第 1 軸方向の両側に形成された少なくとも一対のマスクマークを計測する一対のマスク用マーク検出系 (41、42) と；を更に備える場合、前記第 1 マーク板の前記第 1 軸方向の長さが前記対を成すマスクマーク間の距離にほぼ対応する長さとなされ、前記第 2 軸方向の長さが前記基準マークを形成するのに必要な長さより僅かに大きな長さとなされていることとすることができる。かかる場合には、前記一対のマスクマークを一対のマスク用マーク検出系により同時に計測可能な一対の基準マークを第 1 マーク板上に形成することが可能となる。

【0021】上記請求項 6 に記載の露光装置において、請求項 8 に記載の露光装置の如く、前記パターンが形成されたマスクを保持するマスクステージと；前記マスクステージと前記基板ステージとを前記第 2 軸方向に沿って同期移動する駆動装置と；前記マスクステージの位置を計測するマスク側位置計測装置と；前記マスク上の前記パターンの前記第 1 軸方向の両側に形成された複数対のマスクマークを計測するマスク用マーク検出系と；を更に備える場合、前記第 2 マーク板の前記第 2 軸方向の長さが前記パターンの前記第 2 軸方向の長さにほぼ対応する長さとなされ、前記第 1 軸方向の長さが前記基準マークを形成するのに必要な長さより僅かに大きな長さとなされていることとすることができる。かかる場合には、マスク用マーク検出系の所定の方を用いて行われる、マスク側位置計測装置と基板ステージの位置を計測する位置計測装置とのスケージング合わせを行うことが可能な基準マークを第 2 基準マーク板上に形成することが可能となる。

【0022】請求項 9 に記載の発明は、エネルギービーム (IL) により基板 (W1、W2) を露光して前記基板上に所定のパターンを形成する露光装置であって、2次元移動する基板ステージ (WST1、WST2) と；前記基板ステージの位置を計測する位置計測装置 (16、18、44、46、48) と；前記基板ステージ上に載置され前記基板を保持する基板保持部材 (H1、H2) と；前記基板保持部材との位置関係が一定となるように前記基板ステージ上に設けられ、前記基板保持部材の中心を含む多角形の各頂点位置の近傍にそれぞれ配置された少なくとも 3 つの基準マーク (Ma1~Md) と；前

記基準マークを含む前記基板ステージ上に存在するマークを検出するマーク検出系 (24a、24b) と；前記マーク検出系と前記位置計測装置とを用いて少なくとも 3 つの基準マークの 1 つ又は複数を検出する検出動作をそれぞれ含む各種計測シーケンスを実行する制御装置 (90) と；を備える露光装置である。

【0023】これによれば、それぞれの基準マークが多角形の各頂点位置の近傍に配置されるので、基準マーク間の間隔 (距離) を十分大きくとることができ、計測スパンの制約を緩和することができ、これにより計測精度の向上を図ることができる。また、基準マークで囲まれる多角形の領域の内部に基板保持部材の中心が存在するので、基準マークの位置の計測結果に基づいて基板保持部材の中心を求める場合、その中心点は基準マーク位置のいわば内挿点に相当する。従って、例えば、制御装置では、マーク検出系と位置計測装置とを用いて基板ステージ上に設けられた各基準マークの位置情報を検出し、その位置情報に基づいて所定の演算を行なうことにより、基板保持部材の中心を原点とする保持部材座標系をある程度高い信頼度で求めることができる。また、制御装置では、マーク検出系と位置計測装置とを用いて基板上の前記多角形内部に存在するアライメントマークの位置情報を任意の座標系、例えばステージ座標系上で求め、これを前記保持部材座標系における位置情報に変換する。これにより、例えば、基板ステージの位置が一時的に管理できなくなった場合であっても、新たな座標系上で基準マークを再度計測することにより、その計測結果と前記保持部材座標系における位置情報とに基づいて新たな座標系上で前記アライメントマークの位置情報を高い信頼性で求めることができる。従って、前述と同様の理由により基板ステージの大型化及び装置のフットプリントの拡大を招くことなく、かつ基板の位置を常に精度良く管理することが可能となる。

【0024】この場合において、前記各基準マークは、基板ステージ上に直接形成されていても良いが、例えば、請求項 10 に記載の露光装置の如く、前記基板ステージ上の前記基板保持部材の周辺に設けられ、前記基準マークの少なくとも 1 つが、それぞれ形成された複数の基準マーク板を更に備えていても良い。

【0025】この場合において、請求項 11 に記載の露光装置の如く、前記複数の基準マーク板には、前記少なくとも 3 つの基準マークが、それらが使用される計測シーケンス毎に分散して配置されていることとすることができる。かかる場合には、通常基準マーク板上に多数存在するマーク類を、それらの計測シーケンスに応じて分散することで、その機能を維持しつつ、1つ1つの基準マーク板の小型化、ひいては基準マーク板が配置される基板ステージ及び露光装置全体の小型化を図ることが可能となる。

【0026】上記請求項 10 及び 11 に記載の各露光装



置において、請求項 12 に記載の露光装置の如く、前記基板ステージの位置は、前記位置計測装置により直交座標系上で管理されており、前記複数の基準マーク板は、前記直交座標系上の第 1 軸方向に沿って複数の基準マークが配置された第 1 軸方向に細長く伸びる第 1 マーク板と、前記第 1 軸方向に直交する第 2 軸方向に沿って複数の基準マークが配置された第 2 軸方向に細長く伸びる第 2 マーク板とを含むこととすることができる。かかる場合には、多数存在する基準マークを、それらの使用態様に  
10 応じて分散することで、その機能を維持しつつ、1つ1つの基準マーク板の小型化、ひいては基準マーク板が配置される基板ステージの小型化を図ることが可能となる。

【0027】また、例えば、走査型の露光装置であれば、第 1 軸方向を基板の非走査方向とした場合、第 1 マーク板がこの方向について、ほぼ基板上のショット領域の大きさを有し、走査方向には僅かな大きさを有することとすることで、マスクの両端に形成されたマスクアライメントマークを計測する 2 眼 1 対のマスク用マーク検出系により両眼で同時に計測可能な基準マークを基準マ  
20 ーク板上に形成することが可能となる。一方、第 2 軸方向を基板の走査方向とした場合、第 2 マーク板がこの方向について、ほぼショット領域の大きさを有し、非走査方向には僅かな大きさとする  
ことで、前記マスク用マーク検出系の片眼を用いて行われる、マスクステージの位置を計測する干渉計と基板ステージの位置を計測する干渉計のスケーリング合わせを行なうことが可能な基準マークを基準マーク板上に形成することが可能となる。

【0028】請求項 9 に記載の露光装置において、請求項 13 に記載の露光装置の如く、前記少なくとも 3 つの  
30 基準マークのそれぞれは、前記基板保持部材に形成されていることとすることができる。

【0029】請求項 14 に記載の発明は、エネルギービーム (IL) により基板 (W1, W2) を露光して前記基板上に所定のパターンを形成する露光装置であって、2次元移動する基板ステージ (WST1, WST2) と；前記基板ステージの位置を計測する位置計測装置 (16, 18, 44, 46, 48) と；前記基板ステージ上に載置され前記基板を保持する基板保持部材 (H1, H2) と；前記基板保持部材との位置関係が一定となるよう  
40 に前記基板ステージ上に設けられ、前記基板保持部材の中心を通る直線上の前記中心に関して反対側に配置された第 1 基準マーク及び第 2 基準マークを含む少なくとも 2 つの基準マーク (Mh, Mi) と；前記少なくとも 2 つの基準マークを含む前記基板ステージ上に存在するマークを検出するマーク検出系 (24a, 24b) と；前記マーク検出系と前記位置計測装置とを用いて前記少なくとも 2 つの基準マークの 1 つ又は複数の検出する検出動作をそれぞれ含む各種計測シーケンスを実行する制御装置 (90) と；を備える露光装置である。

【0030】これによれば、第 1 基準マークと第 2 基準マークとが基板保持部材の中心を通る直線上の中心に関して反対側に配置されているので、両基準マーク間の間隔を基板保持部材の直径程度の長さにとることができ、計測スパンの制約を緩和することができ、これにより計測精度の向上を図ることができる。また、両基準マークを結ぶ直線上に基板保持部材の中心が存在するので、基準マークの位置の計測結果に基づいて基板保持部材の中心を求める場合、その中心点は基準マーク位置の内挿点  
10 に相当する。従って、例えば、制御装置では、マーク検出系と位置計測装置とを用いて基板ステージ上に設けられた各基準マークの位置情報を検出し、その位置情報に基づいて所定の演算を行なうことにより、基板保持部材の中心を原点とする保持部材座標系をある程度高い信頼度で求めることができる。また、制御装置では、マーク検出系と位置計測装置とを用いて基板上の前記直線上に存在するアライメントマークの位置情報を任意の座標系、例えばステージ座標系上で求め、これを前記保持部材座標系における位置情報に変換することにより、例えば、基板ステージの位置が一時的に管理できなくなった場合であっても、新たな座標系上で基準マークを再度計測することにより、その計測結果と前記基板保持部材上の座標系における位置情報とに基づいて新たな座標系上で前記アライメントマークの位置情報を高い信頼性で求めることができる。従って、前述と同様の理由により、基板ステージの大型化及び装置のフットプリントの拡大を招くことなく、かつ基板の位置を常に精度良く管理することが可能となる。また、この場合、2 つの基準マークが基板保持部材の中心に対して対称であることから、例えば基板保持部材の中心座標及び回転角を容易に算出することが可能である。

【0031】この場合において、請求項 15 に記載の露光装置の如く、前記基板ステージ上の前記基板保持部材の周辺に設けられ、前記少なくとも 2 つの基準マークのいずれかが形成された複数の基準マーク板を更に備えることとすることができる。

【0032】この場合において、請求項 16 に記載の露光装置の如く、前記複数の基準マーク板には、前記少なくとも 2 つの基準マークが、それらが使用される計測シーケンス毎に分散して配置されていることとすることができる。

【0033】上記請求項 15 及び 16 に記載の各露光装置において、請求項 17 に記載の六装置の如く、前記基板ステージの位置は、前記位置計測装置により直交座標系上で管理されており、前記複数の基準マーク板は、前記直交座標系上の第 1 軸方向に沿って前記第 1 基準マークを含む複数の基準マークが配置された第 1 軸方向に細長く伸びる第 1 マーク板と、前記第 1 軸方向に直交する第 2 軸方向に前記第 2 基準マークを含む複数の基準マークが配置された第 2 軸方向に細長く伸びる第 2 マーク板  
50

とを含むこととすることができる。

【0034】上記請求項14に記載の露光装置において、請求項18に記載の露光装置の如く、前記少なくとも2つの基準マークのそれぞれは、前記基板保持部材に形成されていることとすることができる。

【0035】また、上記請求項14、15、16、18に記載の各露光装置において、請求項19に記載の露光装置の如く、前記基板ステージの位置は、前記位置計測装置により直交座標系上で管理されており、前記1基準マークと前記第2基準マークとを結ぶ前記直線が、前記直交座標系の両座標軸に対してほぼ45°の傾斜を有していることとすることができる。

【0036】かかる場合には、第1基準マークと第2基準マークとを結ぶ直線が直交座標系の座標軸に対してほぼ45°の傾斜を有するので、直交座標系の両座標軸方向について同等の精度でマーク位置の計測を行うことが可能となる。

【0037】なお、本発明に係る露光装置での基準マークの検出動作では、必ずしも基準マークの位置情報（例えば、基板ステージの移動を規定する直交座標系上での座標値）を検出しなくても良い。例えば、マスクあるいはマスクステージなどに形成されるマークの位置情報

（基準マークとの相対位置関係などを含む）や投影光学系の光学特性（投影倍率など）などの検出、マスク座標系と基板座標系との対応付けなどで基準マークを用いるだけでも良い。例えば、投影光学系の投影倍率は、マスクあるいはマスクステージに形成される複数のマークとこれに対応する基板ステージ上の複数の基準マークとの相対位置関係、又はマスクステージ側の複数のマーク同士的位置関係と基板ステージ側の複数の基準マーク同士位置関係を検出することにより容易に求めることができる。マスク座標系と基板座標系との対応付けも、マスクあるいはマスクステージ上に所定方向に沿って所定間隔で形成された複数のマークとこれに対応する基板ステージ上の複数の基準マークとの相対位置関係を検出することにより求めることができる。

【0038】さらに、本発明で基板ステージ上の基準マークとは、基板ステージに直接形成される基準マーク、基板ステージに固定されたマーク板に形成される基準マークだけでなく、基板保持部材あるいはこれに固定されるマーク板に形成される基準マークなどを含むものである。

【0039】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図1～図4に基づいて説明する。

【0040】図1には、本発明に係る露光装置10の概略構成が示されている。この露光装置10は、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の走査露光型の露光装置である。

【0041】この露光装置10は、露光光ILによりマ

スクとしてのレチクルRを上方から照明する照明系20、前記レチクルRを主として走査方向（ここでは、図1における紙面直交方向であるY軸方向とする）に駆動するレチクル駆動系、前記レチクルRの下方に配置された投影光学系PL、該投影光学系PLの下方に配置され、基板としてのウエハW1、W2をそれぞれ保持して独立して2次元方向に移動する基板ステージとしてのウエハステージWST1、WST2を備えたステージ装置、及びこれら各部を制御する制御系等を備えている。

【0042】前記照明系20は、例えば特開平10-112433号公報、特開平6-349701号公報（及びこれに対応する米国特許第5,534,970号公報）などに開示されるように、光源、オプティカル・インテグレータを含む照度均一化光学系、リレーレンズ、可変NDフィルタ、レチクルブラインド、及びダイクロイックミラー等（いずれも不図示）を含んで構成されている。オプティカル・インテグレータとしては、フライアイレンズ、ロッドインテグレータ（内面反射型インテグレータ）、あるいは回折光学素子等を用いることができる。

【0043】この照明系20では、回路パターン等が描かれたレチクルR上のレチクルブラインドで規定されたスリット状の照明領域部分をエネルギービームとしての露光光ILによりほぼ均一な照度で照明する。ここで、露光光ILとしては、KrFエキシマレーザ光（波長248nm）、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）などの遠紫外光、あるいはF<sub>2</sub>レーザ光（波長157nm）などの真空紫外光などが用いられる。露光光ILとして、超高圧水銀ランプからの紫外域の輝線（g線、i線等）を用いることも可能である。

【0044】前記レチクル駆動系は、レチクルRを保持して図1に示されるレチクルベース盤25に沿ってXY2次元面内で移動可能なレチクルステージRSTと、このレチクルステージRSTを駆動する不図示のリニアモータ等を含むレチクル駆動部と、このレチクルステージRSTの位置を管理するマスク側位置計測装置としてのレチクル干渉計システム28とを備えている。

【0045】これを更に詳述すると、レチクルステージRSTは、実際には、不図示の非接触ベアリング、例えば真空予圧型気体静圧軸受け装置を介してレチクルベース盤25上に浮上支持され、不図示のリニアモータによって、走査方向であるY軸方向に所定ストローク範囲で駆動されるレチクル粗動ステージと、該レチクル粗動ステージに対しボイスコイルモータ等からなる駆動機構によってX軸方向、Y軸方向及びθ<sub>z</sub>方向（Z軸回りの回転方向）に微少駆動されるレチクル微動ステージとから構成される。このレチクル微動ステージ上に不図示の静電チャック又は真空チャックを介してレチクルRが吸着保持されている。なお、図示は省略されているが、レチクル粗動ステージの移動により発生する反力は、例え



ば、特開平 8-63231 号公報（及びこれに対応する米国特許第 6,246,204 号）などに開示されているように、レチクル粗動ステージを駆動するためのリニアモータの可動子と固定子とをレチクルベース盤 25 に対して互いに逆向きに相対移動させることによって排除するようになっている。

【0046】上述のように、レチクルステージ RST は、実際には、2つのステージから構成されるが、以下においては、便宜上、レチクルステージ RST は、不図示のレチクル駆動部により X 軸、Y 軸方向の微小駆動、 $\theta_z$  方向の微小回転、及び Y 軸方向の走査駆動がなされる単一のステージであるものとして説明する。

【0047】レチクルステージ RST 上には、図 2 に示されるように、X 軸方向の一侧（+X 側）の端部に、レチクルステージ RST と同じ素材（例えばセラミック等）から成る平行平板移動鏡 39 が Y 軸方向に延設されており、この移動鏡 39 の X 軸方向の一侧の面には鏡面加工により反射面が形成されている。この移動鏡 39 の反射面に向けて図 1 の干渉計システム 28 を構成する測長軸 BI6X で示される干渉計からの干渉計ビームが照射され、その干渉計ではその反射光を受光して基準面に対する相対変位を計測することにより、レチクルステージ RST の位置を計測している。ここで、この測長軸 BI6X を有する干渉計は、実際には独立に計測可能な 2 本の干渉計光軸を有しており、レチクルステージ RST の X 軸方向の位置計測と、ヨーイング量（ $\theta_z$  回転量）の計測が可能となっている。この測長軸 BI6X を有する干渉計は、後述するウエハステージ側の測長軸 BI1X（又は BI2X）を有する干渉計 16（又は 18）

（図 3 参照）からのウエハステージ WST1（又は WST2）のヨーイング情報や X 位置情報に基づいてレチクルとウエハの相対回転（回転誤差）をキャンセルする方向にレチクルステージ RST を回転制御したり、X 方向のレチクルとウエハとの位置合わせを行うために用いられる。

【0048】一方、レチクルステージ RST の走査方向（スキャン方向）である Y 軸方向の一侧（図 1 における紙面手前側）には、一対のコーナーキューブミラー 35A、35B が設置されている。そして、不図示の一対のダブルパス干渉計から、これらのコーナーキューブミラー 35A、35B に対して図 2 に測長軸 BI7Y、BI8Y で示される干渉計ビームが照射される。これらの干渉計ビームは、レチクルベース盤 25 上に設けられた不図示の反射面にコーナーキューブミラー 35A、35B より戻される。そして、不図示の反射面で反射したそれぞれの反射光が同一光路を戻り、それぞれのダブルパス干渉計で受光され、それぞれのコーナーキューブミラー 35A、35B の基準位置（レファレンス位置で前記レチクルベース盤 25 上の反射面）からの相対変位が計測される。そして、これらのダブルパス干渉計の計測値が

ステージ制御装置 70（図 1 参照）に供給され、ステージ制御装置 70 により例えばその平均値に基づいてレチクルステージ RST の Y 軸方向の位置が算出され、その算出結果が主制御装置 90 に供給されるようになっている。ダブルパス干渉計で計測される Y 軸方向位置の情報は、後述するウエハ側の測長軸 BI2Y を有する Y 軸干渉計 46（図 3 参照）の計測値に基づくレチクルステージ RST とウエハステージ WST1（又は WST2）との相対位置の算出、及びこれに基づく走査露光時の走査方向（Y 軸方向）のレチクルとウエハの同期制御に用いられる。

【0049】すなわち、本実施形態では、測長軸 BI6X で示される干渉計及び測長軸 BI7Y、BI8Y で示される一対のダブルパス干渉計によって図 1 のレチクル干渉計システム 28 が構成されている。

【0050】なお、レチクル R を構成するガラス基板の素材は、使用する光源によって使い分ける必要がある。例えば、光源として F<sub>2</sub> レーザ光源等の真空紫外光源を用いる場合には、ホタル石やフッ化マグネシウム、フッ化リチウム等のフッ化物結晶、あるいは水酸基濃度が 100ppm 以下で、かつフッ素を含有する合成石英（フッ素ドーパ石英）などを用いる必要があり、ArF エキシマレーザ光源あるいは KrF エキシマレーザ光源を用いる場合には、上記各物質の他、合成石英を用いることも可能である。

【0051】前記投影光学系 PL としては、ここでは、Z 軸方向の共通の光軸を有する複数枚のレンズエレメントから成り、両側テレセントリックで所定の縮小倍率、例えば 1/5、又は 1/4 を有する屈折光学系が使用されている。このため、ステップ・アンド・スキャン方式の走査露光時におけるウエハステージの走査方向の移動速度は、レチクルステージの移動速度の 1/5 又は 1/4 となる。

【0052】前記ステージ装置は、図 1 に示されるように、ベース盤 12 の上方に配置された 2つのウエハステージ WST1、WST2 と、これらのウエハステージ WST1、WST2 を駆動するステージ駆動系と、ウエハステージ WST1、WST2 の位置を計測する位置計測装置としての干渉計システムとを備えている。ウエハステージ WST1、WST2 は、不図示の非接触ベアリング、例えば真空予圧型空気静圧軸受け（以下、「エアパッド」と呼ぶ）を介してベース盤 12 の上方に所定のクリアランスを介して浮上支持されている。そして、ウエハステージ WST1、WST2 は、ステージ駆動系によって、第 1 軸方向としての X 軸方向（図 1 における紙面左右方向）及び第 2 軸方向としての Y 軸方向（図 1 における紙面直交方向）に独立して 2 次元方向に駆動可能な構成となっている。

【0053】これを更に詳述すると、ウエハステージ WST1、WST2 の底面には不図示のエアパッドが複数



ヶ所に設けられており、これらのエアパッドの空気噴き出し力と真空予圧力とのバランスにより例えば数 $\mu\text{m}$ 程度の間隔を保った状態で、ベース盤12上に浮上支持されている。

【0054】ベース盤12上には、図3の平面図に示されるように、X軸方向に延びる一对のX軸リニアガイド（例えば、永久磁石を内蔵する磁極ユニットから成る）86、87がY軸方向に所定間隔を隔てて配置されている。これらのX軸リニアガイド86、87の上方には、当該各X軸リニアガイドに沿って移動可能な各2つのスライダ82、84及び83、85が不図示のエアパッドをそれぞれ介して例えば数 $\mu\text{m}$ 程度のクリアランスを介して浮上支持されている。合計4つのスライダ82、84、83、85は、X軸リニアガイド86又は87を上方及び側方から囲むような断面逆U字状の形状を有し、その内部に電機子コイルをそれぞれ内蔵している。すなわち、本実施形態では、電機子コイルをそれぞれ内蔵するスライダ（電機子ユニット）82、84とX軸リニアガイド86とによって、ムービングコイル型のX軸リニアモータがそれぞれ構成されている。同様にスライダ（電機子ユニット）83、85とX軸リニアガイド87とによって、ムービングコイル型のX軸リニアモータがそれぞれ構成されている。以下においては、上記4つのX軸リニアモータのそれぞれを、それぞれの可動子を構成するスライダ82、84、83、85と同一の符号を用いて、適宜、X軸リニアモータ82、X軸リニアモータ84、X軸リニアモータ83、及びX軸リニアモータ85と呼ぶものとする。

【0055】上記4つのX軸リニアモータ（スライダ）82～85のうちの2つ、すなわちX軸リニアモータ82、83は、Y軸方向に延びるY軸リニアガイド（例えば、電機子コイルを内蔵する電機子ユニットから成る）80の長手方向の一端と他端にそれぞれ固定されている。また、残り2つのX軸リニアモータ84、85は、Y軸方向に延びる同様のY軸リニアガイド81の一端と他端に固定されている。従って、Y軸リニアガイド80、81は、各一对のX軸リニアモータ82、83、84、85によって、X軸に沿ってそれぞれ駆動されるようになっている。

【0056】ウエハステージWST1の底部には、永久磁石を有する磁極ユニット（図示省略）が設けられており、この磁極ユニットと一方のY軸リニアガイド80とによって、ウエハステージWST1をY軸方向に駆動するムービングマグネット型のY軸リニアモータが構成されている。また、ウエハステージWST2の底部には、永久磁石を有する磁極ユニット（図示省略）が設けられており、この磁極ユニットと他方のY軸リニアガイド81とによって、ウエハステージWST2をY軸方向に駆動するムービングマグネット型のY軸リニアモータが構成されている。以下においては、適宜、これらのY軸リ

ニアモータを、それぞれの固定子を構成するリニアガイド80、81と同一の符号を用いて、Y軸リニアモータ80、Y軸リニアモータ81と呼ぶものとする。

【0057】また、本実施形態では、前記X軸リニアモータ82～85及びY軸リニアモータ80、81のそれぞれは、図1に示されるステージ制御装置70によって制御される。

【0058】なお、一对のX軸リニアモータ82、83（又は84、85）がそれぞれ発生する推力を僅かに異ならせることで、ウエハステージWST1（又はWST2）のヨーイングの制御が可能である。

【0059】図1に戻り、前記ウエハステージWST1上には、基板保持部材としてのウエハホルダH1が設けられている。このウエハホルダH1の上面には、図4に示されるように、同心円で径の異なる凸部72が複数形成されており、これらの凸部72相互間に形成される溝部の底面に設けられた不図示の吸引孔を介して、不図示のパキュームポンプの真空吸引力によりウエハW1がウエハホルダH1上に吸着保持されるようになっている。

【0060】また、図4に示されるように、このウエハホルダH1の周辺部の所定位置（更に詳しくは、ウエハホルダH1の外側の四角形の頂点位置近傍）には、基準マークがそれぞれ形成された4つの基準マーク板FMa、FMb、FMc、FMdがその表面とウエハW1の表面とが同一高さとなるように配置されている。これらの基準マーク板FMa、FMb、FMc、FMdは、基準マーク板保持部33a、33b、33c、33dをそれぞれ介してウエハホルダH1に一体的に固定されている。すなわち、基準マーク板FMa、FMb、FMc、FMdとウエハホルダH1との位置関係が一定とされている。

【0061】前記基準マーク板FMa上面には、図4に示されるように、一对の基準マークMa1、Ma2がX軸方向に所定間隔を隔てて形成されている。これらの基準マークMa1、Ma2は、後述する2眼一对のRA顕微鏡41、42（図1参照）の両眼で同時に計測可能な位置に配置されている。これらの基準マークMa1、Ma2が形成された基準マーク板FMaは、X軸方向についてほぼウエハW1上のショット領域の大きさを有し、Y軸方向については、基準マークが描画可能な程度の大きさを有する平面視矩形の形状とされている。

【0062】また、基準マーク板FMb上には、Y軸方向に所定間隔を隔てて3つの基準マークMb1、Mb2、Mb3が形成されている。これらの基準マークMb1、Mb2、Mb3は、いわゆるベースライン計測時に行われるレチクルステージRST、ウエハステージWST1の位置をそれぞれ計測する干渉計相互間のいわゆるスケーリング計測、すなわち、相対スキャン動作時の位置合わせ確認を行うためのマークである。これらの基準マークMb1、Mb2、Mb3が形成された基準マーク

板 F M b は、Y 軸方向についてウエハ W 1 上のショット領域の大きさを有し、X 軸方向については、基準マークが描画可能な程度の大きさを有する平面視矩形の形状とされている。

【0063】また、残りの基準マーク板 F M c, F M d 上には、基準マーク M c, M d がそれぞれ形成されている。これらの基準マーク M c, M d は、ウエハホルダ H 1 の中心及びウエハホルダ H 1 の回転等を最小自乗法により求める場合等に使用されるマークである。なお、上記各基準マーク板上に形成された各基準マークを用いた各種計測方法については後に詳述する。

【0064】この場合、基準マーク板 F M a, F M b, F M c, F M d は、ウエハホルダ H 1 の中心を含む四角形（ほぼ正方形）の頂点位置に設けられているため、その四角形の領域内（図 4 中の点線で囲まれた領域 E A）にウエハ W 1 のほぼ全面が含まれるようになっている。この理由については後述する。

【0065】ウエハステージ W S T 1 の上面には、X 軸方向の一端（- X 側端）に X 軸に直交する反射面を有する X 移動鏡 9 6 a が Y 軸方向に延設され、Y 軸方向の一端（+ Y 側端）に Y 軸に直交する反射面を有する Y 移動鏡 9 6 b が X 軸方向に延設されている。これらの移動鏡 9 6 a, 9 6 b の各反射面には、図 2 及び図 3 に示されるように、後述する干渉計システムを構成する所定の測長軸を有する干渉計からの干渉計ビーム（測長ビーム）が投射され、その反射光を各干渉計で受光することにより、各移動鏡反射面の基準位置（一般には投影光学系 P L 側面や、アライメント系の側面に固定ミラーを配置し、そこを基準面とする）からの変位が計測され、これにより、ウエハステージ W S T 1 の 2 次元位置が計測されるようになっている。

【0066】他方のウエハステージ W S T 2 の構成は、左右対称ではあるが、上述したウエハステージ W S T 1 と同様になっている。

【0067】すなわち、ウエハステージ W S T 2 上には、図 1 に示されるように、基板保持部材としてのウエハホルダ H 2 を介して、ウエハ W 2 が不図示のバキュームチャックを介して真空吸着されている。ウエハホルダ H 2 は、基本的には、前述したウエハホルダ H 1 と同様に構成されており、その周囲の部分に所定の位置関係、具体的にはほぼ正方形の四角形の各頂点の位置に、図 2 及び図 3 に示されるように、4 つの基準マーク板 F M a', F M b', F M c', F M d' がそれぞれ配置され、基準マーク板保持部材をそれぞれ介してウエハホルダ H 2 と一体化されている。これらの基準マーク板 F M a', F M b', F M c', F M d' の上面は、ウエハホルダ H 2 上に載置されるウエハ W 2 の表面と同じ高さとなるように設定されている。また、ウエハステージ W S T 2 の上面には、移動鏡 9 6 c, 9 6 d がそれぞれ延設されている。これらの移動鏡 9 6 c, 9 6 d には、図

2 に示されるように、後述する干渉計システムを構成する所定の測長軸を有する干渉計からの干渉計ビームが投射され、その反射光を各干渉計で受光することにより、ウエハステージ W S T 2 の 2 次元位置が計測されるようになっている。

【0068】なお、図 2 及び図 3 に示されるように、ウエハステージ W S T 2 上の基準マーク板については、ウエハステージ W S T 1 上の基準マーク板と対応するものについて、ウエハステージ W S T 1 において付した符号に「'」を付して示されているので、基準マークについても、便宜上、以下の説明においては基準マーク板と同様に「'」を付して説明するものとする。

【0069】図 1 に戻り、前記投影光学系 P L の X 軸方向の両側には、同じ機能を持ったオフアクシス (off-axis) 方式のアライメント系 2 4 a, 2 4 b が、投影光学系 P L の光軸（レチクルパターン像の投影中心と一致）よりそれぞれ同一距離だけ離れた位置に設置されている。これらのアライメント系 2 4 a, 2 4 b としては、ここでは、ウエハ上のレジストを感光させないブロードバンドな検出光束を対象マークに照射し、その対象マークからの反射光により受光面に結像された対象マークの像と不図示の指標の像とを撮像素子 (C C D) 等を用いて撮像し、それらの撮像信号を出力する画像処理方式の F I A (Filed Image Alignment) 系の顕微鏡が用いられている。これらのアライメント系 2 4 a, 2 4 b の出力に基づき、基準マーク板上の基準マーク及びウエハ上のアライメントマークの X, Y 2 次元方向の位置計測を行なうことが可能である。

【0070】なお、アライメント系 2 4 a, 2 4 b として、F I A 系のみでなく、例えばコヒーレントな検出光を対象マークに照射し、その対象マークから発生する散乱光又は回折光を検出したり、その対象マークから発生する 2 つの回折光（例えば同次数）を干渉させて検出するアライメントセンサを単独であるいは適宜組み合わせで用いることは勿論可能である。

【0071】本実施形態では、アライメント系 2 4 a は、ウエハステージ W S T 1 上に保持されたウエハ W 1 上のアライメントマーク及びウエハステージ W S T 1 上の各基準マーク板上に形成された基準マークの位置計測等に用いられる。また、アライメント系 2 4 b は、ウエハステージ W S T 2 上に保持されたウエハ W 2 上のアライメントマーク及びウエハステージ W S T 2 上の各基準マーク板上に形成された基準マークの位置計測等に用いられる。

【0072】これらのアライメント系 2 4 a, 2 4 b からの情報は、アライメント制御装置 6 0 により A/D 変換され、デジタル化された波形信号を演算処理してマーク位置、すなわちアライメント系 2 4 a, 2 4 b それぞれの指標中心を基準とする検出対象マークの位置情報が検出される。アライメント制御装置 6 0 から検出結果が



主制御装置 90 に送られ、主制御装置 90 によって、その検出結果に応じてステージ制御装置 70 に対し露光時の同期位置補正等が指示されるようになっている。

【0073】次に、ウエハステージ WST1、WST2 の位置を管理する干渉計システムの構成等について、図 1 ～図 4 を参照しつつ説明する。

【0074】これらの図に示されるように、投影光学系 PL の投影中心（光軸 AX）とアライメント系 24a、24b のそれぞれの検出中心（光軸 SXa、Sxb）とを通る第 1 軸（X 軸）に沿ってウエハステージ WST1 10 上面の X 軸方向一側に設けられた移動鏡 96a には、図 1 の X 軸干渉計 16 からの測長軸 BI1X で示される干渉計ビームが照射され、同様に、第 1 軸に沿ってウエハステージ WST2 上面の X 軸方向他側に設けられた移動鏡 96c には、図 1 の X 軸干渉計 18 からの測長軸 BI2X で示される干渉計ビームが照射されている。そして、干渉計 16、18 ではこれらの反射光を受光することにより、各反射面の基準位置からの相対変位を計測し、ウエハステージ WST1、WST2 の X 軸方向位置を計測するようになっている。ここで、干渉計 16、18 は、図 2 に示されるように、各 3 本の光軸を有する 3 軸干渉計であり、ウエハステージ WST1、WST2 の X 軸方向の計測以外に、Y 軸回りの回転量（ローリング量）及び Z 軸回りの回転量（ヨーイング量）の計測が可能となっている。各光軸の出力値は独立に計測できるようになっている。なお、これまでの説明では、ウエハステージ WST1、WST2 は、ともに単一のステージであるかのような説明を行ったが、ウエハステージ WST1、WST2 は、実際には、Y 軸モータ 80、81 によってそれぞれ駆動されるステージ本体と、該ステージ本体の上部に不図示の Z・レベリング駆動機構を介して搭載されたウエハテーブルとを、ともに備えている。そして、移動鏡は、ウエハテーブルにそれぞれ固定されている。従って、ウエハ W が載置されたウエハテーブルのチルト制御時の駆動量は全て、干渉計 16、18 等によりモニタする事ができる。

【0075】上述の如く、ウエハステージ WST1、WST2 はともにステージ本体、ウエハテーブル等複数の構成部分によって構成されているが、以下においては、説明の便宜上から、ウエハステージ WST1、WST2 は、Z 軸回りの回転方向（ $\theta_z$  方向）を除く 5 自由度方向に移動可能な単一のステージであるものとして説明する。勿論、ウエハステージは  $\theta_z$  方向を含む 6 自由度方向に移動可能であっても良い。

【0076】なお、測長軸 BI1X、測長軸 BI2X の各干渉計ビームは、ウエハステージ WST1、WST2 の移動範囲の全域で常にウエハステージ WST1、WST2 の移動鏡 96a、96c に当たるようになっており、従って、X 軸方向については、投影光学系 PL を用いた露光時、アライメント系 24a、24b の使用時等 50

いずれのときにもウエハステージ WST1、WST2 の位置は、測長軸 BI1X、測長軸 BI2X の計測値に基づいて管理される。

【0077】また、本実施形態では、図 2 及び図 3 に示されるように、投影光学系 PL の投影中心で X 軸と垂直に交差する測長軸 BI2Y を有する Y 軸干渉計 46 と、アライメント系 24a、24b のそれぞれの検出中心で X 軸とそれぞれ垂直に交差する測長軸 BI1Y、BI3Y をそれぞれ有する Y 軸干渉計 44、48 とが設けられている

この場合、投影光学系 PL を用いた露光時のウエハステージ WST1、WST2 の Y 方向位置計測には、投影光学系 PL の投影中心、すなわち光軸 AX を通過する測長軸 BI2Y の干渉計 46 の計測値が用いられ、アライメント系 24a の使用時のウエハステージ WST1 の Y 方向位置計測には、アライメント系 24a の検出中心、すなわち光軸 SXa を通過する測長軸 BI1Y の干渉計 44 の計測値が用いられ、アライメント系 24b 使用時のウエハステージ WST2 の Y 方向位置計測には、アライメント系 24b の検出中心、すなわち光軸 Sxb を通過する測長軸 BI3Y の干渉計 48 の計測値が用いられる。

【0078】従って、各使用条件により、Y 軸方向の干渉計測長軸がウエハステージ WST1、WST2 上面に設けられた移動鏡 96b、96d の反射面より外れることとなるが、少なくとも一つの測長軸、すなわち前述した測長軸 BI1X、BI2X はそれぞれのウエハステージ WST1、WST2 の移動鏡 96a、96c から外れることがないので、使用する干渉計光軸が反射面上に入った適宜な位置で Y 側の干渉計のリセットを行なうことができる。

【0079】なお、上記 Y 計測用の各干渉計 44、46、48 は、図 2 に示されるように、各 2 本の光軸を有する 2 軸干渉計であり、ウエハステージ WST1、WST2 の Y 軸方向の計測以外に、X 軸回りの回転量（ピッチング量）の計測が可能となっている。各光軸の出力値は独立に計測できるようになっている。

【0080】本実施形態では、2 つの X 軸干渉計 16、18 及び 3 つの Y 軸干渉計 44、46、48 の合計 5 つの干渉計によって、ウエハステージ WST1、WST2 の 2 次元座標位置を管理する干渉計システムが構成されている。

【0081】また、本実施形態では、後述するように、ウエハステージ WST1、WST2 の内の一方が露光シーケンスを実行している間、他方はウエハ交換、ウエハアライメントシーケンスを実行するが、この際に両ステージの干渉がないように、各干渉計の出力値に基づいて主制御装置 90 の指令に応じてステージ制御装置 70 により、ウエハステージ WST1、WST2 の移動が管理されている。

【0082】さらに、本実施形態の露光装置10では、図1に示されるように、レチクルRの上方に、投影光学系PLを介してレチクルR上のレチクルマークRM1、RM2と基準マーク板のマークとを同時に観察するための露光波長を用いたTTR (Through The Reticle) アライメント光学系から成る一対のレチクルアライメント顕微鏡（以下、便宜上「RA顕微鏡」と呼ぶ）41、42が設けられている。これらのRA顕微鏡41、42の検出信号は、アライメント制御装置60を介して、主制御装置90に供給されるようになっている。この場合、レチクルRからの検出光をそれぞれRA顕微鏡41及び42に導くための偏向ミラー31及び32が移動自在に配置され、露光シーケンスが開始されると、主制御装置90からの指令のもとで、不図示のミラー駆動装置によりそれぞれ偏向ミラー31及び32が待避される。なお、RA顕微鏡41、42と同等の構成は、例えば特開平7-176468号公報（及びこれに対応する米国特許第5,646,413号）などに詳細に開示されている。

【0083】また、図示が省略されているが、投影光学系PL、アライメント系24a、24bのそれぞれには、合焦位置を調べるためのオートフォーカス／オートレベリング計測機構（以下、「AF/AL系」という）が設けられている。この内、投影光学系PLに設けられたAF/AL系は、ウエハ（W1又はW2）の露光面が投影光学系PLの像面の焦点深度の範囲内に合致しているかどうか（合焦しているかどうか）を検出するために設けられているものである。これは、スキャン露光によりレチクルR上のパターンをウエハ（W1又はW2）上に正確に転写するには、レチクルR上のパターン形成面とウエハ（W1又はW2）の露光面とが投影光学系PLに関して常に共役になっていることが必要のためである。本実施形態では、このAF/AL系として、例えば特開平6-283403号公報（及びこれに対応する米国特許第5,448,332号）などに開示される、いわゆる多点焦点位置検出系が使用されている。

【0084】また、アライメント系に設けられたAF/AL系も同様に構成されており、アライメント系24a、24bによるアライメントセンサの計測時に、露光時と同様のAF/AL系の計測、制御によるオートフォーカス／オートレベリングを実行しつつアライメントマークの位置計測を行なうことにより、高精度なアライメント計測が可能になる。

【0085】露光装置10の制御系は、図1に示されるように、マイクロコンピュータ（又はワークステーション）などから成り、装置全体を統括的に制御する制御装置としての主制御装置90及びこの主制御装置90の配下にあるステージ制御装置70、アライメント制御装置60等を中心として構成されている。

【0086】次に、図1に示される制御系の構成各部の

動作を中心に本実施形態に係る露光装置10における2つのウエハステージWST1、WST2上における同時並行処理について、ウエハアライメント動作を中心として説明する。

【0087】ここでは、図2に示されるように、ウエハステージWST2側でウエハW2に対して露光動作が行われ、これと並行してウエハステージWST1側でウエハW1のアライメント動作が行われる場合から説明を開始する。なお、ウエハW1、W2の表面には、不図示ではあるが、X軸方向、Y軸方向に所定ピッチで多数のショット領域（区画領域）が形成されており、各ショット領域にはそれまでの半導体製造工程によって所定の回路パターンと、アライメント用のX軸ウエハマーク及びY軸ウエハマークとがそれぞれ形成されているものとする。以下においては、これら各ウエハマークを「アライメントマーク」と総称するものとする。

【0088】a. まず、ウエハステージWST2側では、ウエハW2に対して次のようにして露光が行われる。すなわち、ステージ制御装置70が、主制御装置90から後述するウエハW1に対するアライメント動作と同様に事前に行われたアライメント結果に基づいて与えられる指令に応じ、干渉計システムの測長軸BI2Yを有する干渉計46と測長軸BI2Xを有する干渉計18の計測値をモニタしつつ、X軸リニアモータ84、85及びY軸リニアモータ81を制御してウエハW2の第1ショット領域の露光のための走査開始位置（加速開始位置）にウエハステージWST2を移動する。

【0089】b. 次に、ステージ制御装置70では、主制御装置90の指示に応じてレチクルRとウエハW2、すなわちレチクルステージRSTとウエハステージWST2とのY軸方向の相対走査を開始し、両者RST、WST2がそれぞれの目標走査速度に達し、等速同期状態に達すると、照明系20からの紫外パルス光によってレチクルRのパターン領域が照明され始め、走査露光が開始される。上記の相対走査は、ステージ制御装置70が、前述した干渉計システムの測長軸BI2Y、BI2Xをそれぞれ有する干渉計46、18の計測値、及びレチクル干渉計システム28の測長軸BI7Y、BI8Y、BI6Xをそれぞれ有する干渉計の計測値をモニタしつつ、レチクル駆動部及びX軸リニアモータ84、85、Y軸リニアモータ81を制御することにより行われる。

【0090】c. この走査露光の開始に先立って、両ステージRST、WST2がそれぞれの目標走査速度に達した時点で、主制御装置90では、不図示のレーザ制御装置に指示してパルス発光を開始させているが、ステージ制御装置70によって不図示のブラインド駆動装置を介して照明系20内の可動レチクルブラインドの所定のブレードの移動がレチクルステージRSTの移動と同期制御されている。これにより、レチクルR上のパター



ン領域外への紫外パルス光の照射が防止されることは、通常のスキニング・ステッパと同様である。

【0091】d. ステージ制御装置70は、レチクル駆動部及びX軸リニアモータ84、85、Y軸リニアモータ81を介してレチクルステージRST及びウエハステージWST2を同期制御する。その際、特に上記の走査露光時には、レチクルステージRSTのY軸方向の移動速度 $V_r$ とウエハステージWST2のY軸方向の移動速度 $V_w$ とが、投影光学系PLの投影倍率（ $1/4$ 倍あるいは $1/5$ 倍）に応じた速度比に維持されるように同

期制御を行う。

【0092】上記の説明から明らかなように、本実施形態では、ステージ制御装置70、これによって制御されるレチクル駆動部及びX軸リニアモータ84、85、及びY軸リニアモータ81によって、レチクルステージRSTとウエハステージWST2とを同期移動する駆動装置が構成されている。同様に、ステージ制御装置70、これによって制御されるレチクル駆動部及びX軸リニアモータ82、83、及びY軸リニアモータ80によってレチクルステージRSTとウエハステージWST1とを

同期移動する駆動装置が構成されている。

【0093】e. そして、レチクルRのパターン領域の異なる領域が紫外パルス光で逐次照明され、パターン領域全面に対する照明が完了することにより、ウエハW2上の第1ショット領域の走査露光が終了する。これにより、レチクルRのパターンが投影光学系PLを介して第1ショット領域に縮小転写される。

【0094】f. また、不図示のブラインド駆動装置では、ステージ制御装置70からの指示に基づき、走査露光終了の直後のレチクルR上のパターン領域外への紫外パルス光の照射を遮光すべく、可動レチクルブラインドの所定のブレードの移動をレチクルステージRSTの移動と同期制御するようになっている。

【0095】g. 上述のようにして、第1ショット領域の走査露光が終了すると、主制御装置90からの指示に基づき、ステージ制御装置70により、X軸リニアモータ84、85及びY軸リニアモータ81を介してウエハステージWST2がX、Y軸方向にステップ移動され、第2ショット領域の露光のための走査開始位置（加速開始位置）に移動される。このステッピングの際に、ステージ制御装置70では干渉計システムの測長軸BI2Y、測長軸BI2Xをそれぞれ有する干渉計46、18の計測値に基づいてウエハステージWST2のX、Y、 $\theta_z$ 方向の位置変位をリアルタイムに計測する。この計測結果に基づき、ステージ制御装置70では、ウエハステージWST2のXY位置変位が所定の状態になるようにウエハステージWST2の位置を制御する。また、ステージ制御装置70ではウエハステージWST2の $\theta_z$ 方向の変位の情報に基づいてレチクル駆動部を制御し、そのウエハ側の回転変位の誤差を補償するよう

レチクルステージRST（レチクル微動ステージ）を回転制御する。

【0096】h. そして、主制御装置90の指示に応じて、ステージ制御装置70、不図示のレーザ制御装置により、上述と同様に各部の動作が制御され、ウエハW2上の第2ショット領域に対して上記と同様の走査露光が行われる。

【0097】i. このようにして、ウエハW2上のショット領域の走査露光と次ショット領域露光のためのステッピング動作とが繰り返し行われ、ウエハW2上の露光対象ショット領域にレチクルRのパターンが順次転写される。

【0098】なお、上記走査露光中にウエハ上の各点に与えられるべき積算露光量の制御は、主制御装置90により、ステージ制御装置70又は不図示のレーザ制御装置を介して、不図示の光源の発振周波数（パルス繰り返し周波数）、光源から出力される1パルス当たりのパルスエネルギー、照明系20内の減光部の減光率、及びウエハステージとレチクルステージとの走査速度の少なくとも1つを制御することにより行われる。

【0099】更に、主制御装置90では、例えば、走査露光時にレチクルステージとウエハステージの移動開始位置（同期位置）を補正する場合、各ステージを移動制御するステージ制御装置70に対して補正量に応じたステージ位置の補正を指示する。

【0100】上記a.～i. のようにして、ウエハW2に対してステップ・アンド・スキャン方式で露光が行われるのと並行して、ウエハステージWST1側では、次のようにしてウエハW1のアライメント動作が行われる。

【0101】(1) 前提として、ウエハW1の載置されたウエハステージWST1が、アライメント系24aの下方に位置しているものとする（図2参照）。このとき、図2に示されるように、ウエハステージWST1の位置は、測長軸BI1Y、BI1Xをそれぞれ有する干渉計44、16によって計測され、測長軸BI1Y、BI1Xで規定されるアライメント系24aを原点とするアライメント時座標系上で計測され管理されている。ここで、計測される位置情報は、ステージ制御装置70を介して主制御装置90に供給される。

【0102】(2) 次に、主制御装置90では、ウエハホルダH1近傍に設けられた4つの基準マーク板FMa～FMdに形成された各基準マークのうち、4つの基準マークMa1、Mb2、Mc、Mdを、順次アライメント系24aの検出視野内に位置決めするように、ステージ制御装置70を介してウエハステージWST1の移動を制御する。これにより、位置決めの都度、基準マークMa1、Mb2、Mc、MdのX軸方向、Y軸方向の位置ずれ量（アライメント系24a内部の指標マークに対する位置ずれ量）がアライメント系24aを介してアラ

イメント制御装置 60 によって計測され、その計測結果が主制御装置 90 に送られる。主制御装置 90 では、各基準マークの位置ずれ量とそれぞれの計測時のウエハステージ WST1 の位置情報（干渉計 44, 16 の計測値）とに基づいて、上記アライメント時座標系における基準マーク Ma1, Mb2, Mc, Md の座標値を求め、メモリに記憶する。

【0103】(3) 次に、主制御装置 90 では、上記の基準マーク Ma1, Mb2, Mc, Md の座標値を求めたときと全く同様にして、ウエハ W1 上の少なくとも 3 つのショット領域（正確には、前述した図 4 に示される四角形の領域 EA の内部に含まれる少なくとも 3 つのショット領域）それぞれに設けられた各アライメントマークの X 方向、Y 方向の位置ずれ量の計測、それぞれの計測時のウエハステージ WST1 の座標（干渉計 16, 44 により計測される）より、アライメント時座標系上での、各アライメントマークの X 座標、Y 座標を算出する。

【0104】(4) 次に、主制御装置 90 では、上で計測したウエハホルダ H1 近傍の基準マーク Ma1, Mb2, Mc, Md の座標より、最小自乗法によってウエハホルダ H1 の中心座標及び回転角  $\theta_1$  を算出して、その中心座標を原点とする XY 直交座標系を角度  $\theta_1$  だけ回転させたウエハホルダ H1 の座標系（以下、「ホルダ座標系」と呼ぶ）を決定する。

【0105】(5) その後、主制御装置 90 では、ウエハ W1 上のアライメントマークのアライメント時座標系上での座標（実測値）を、ホルダ座標系上における座標に変換し、変換後の座標を用いて例えば特開昭 61-44429 号公報（及びこれに対応する米国特許第 4,780,617 号）などに開示されるように、エンハンスト・グローバル・アライメント（EGA）方式の統計処理のモデル式を用いてウエハ W1 上の i 番目のショット領域の配列座標 ( $X_i, Y_i$ ) を決定する。

【0106】ここで、ホルダ座標系を決定するための基準マーク Ma1, Mb2, Mc, Md により規定される四角形の領域 EA の内部に属するショット領域のアライメントマークが選択され、かつ計測されている。このため、これらアライメントマークの位置座標をホルダ座標系上の座標に変換しても、信頼性の高いものとして取り扱うことができる。従って、それらの座標値から決定される配列座標 ( $X_i, Y_i$ ) は信頼性が高い。すなわち基準マーク Ma1, Mb2, Mc, Md の計測誤差と同程度の誤差しか含まないと考えられる。

【0107】上記の配列座標 ( $X_i, Y_i$ ) は、ウエハホルダ H1 に対するウエハ W1 の各ショット領域の相対位置情報でもあり、その配列座標 ( $X_i, Y_i$ ) は主制御装置 90 内のメモリに記憶される。なお、本実施形態では X 軸及び Y 軸に対してウエハホルダ H1 の回転誤差が残存することを前提としているので、ウエハホルダ H1 の

座標系が X 軸及び Y 軸に対して回転することになる。

【0108】また、アライメント系 24a は、非露光波長の広帯域（ブロードバンド）のアライメント光を用いているため、基準マーク Ma1, Mb2, Mc, Md、及びアライメントマークは共に高精度に計測される。なお、ウエハホルダ H1 の中心及び回転角を迅速に計測するためには、2 次元の基準マークについて少なくとも 1 個の基準マークと、別の 1 個の基準マークの X 軸マーク又は Y 軸マークを計測するだけでも良い。但し、計測する基準マークの個数が増加する程、平均化効果が得られると共に、ウエハホルダ H1 のスケーリング（伸縮）も考慮できるようになって高い精度が得られる。同様に、アライメントマークについても、最小限であれば、3 個の 1 次元のアライメントマークの位置を計測するだけでも良いが、スケーリング（X 方向及び Y 方向）や直交度誤差等も考慮するためには、計測するショット領域の個数を例えば 3 個以上として、計測するアライメントマークの個数を 1 次元のアライメントマークに換算して 6 個以上にすることが望ましい。

【0109】上記のウエハステージ WST1 上のウエハ W1 に対するアライメント動作は、ウエハステージ WST2 側の前述したウエハ W2 に対する露光動作より先に終了し、ウエハステージ WST1 は、待機状態となる。

【0110】(6) そして、ウエハ W2 に対する露光動作が終了すると、主制御装置 90 では、ウエハ W1 を露光するため、図 1 に示されるように、ウエハステージ WST1 を投影光学系 PL の下方に移動することとなる。しかし、図 2 及び図 3 から容易に想像されるように、この移動の途中で、測長軸 BI1Y で示される干渉計ビームが移動鏡 96b から外れ、ウエハステージ WST1 の Y 軸方向の位置計測が不可能となる。そこで、主制御装置 90 では、次のような工夫をして、ウエハステージ WST1 を投影光学系 PL の下方に移動する。すなわち、主制御装置 90 では、基準マーク Ma1, Mb2, Mc, Md のいずれか、例えば基準マーク Ma1 がアライメント系 24a の視野内に位置する位置まで、ステージ制御装置 70 及び X 軸リニアモータ 82, 83 及び Y 軸リニアモータ 80 を介してウエハステージ WST1 を一旦移動する。次いで、主制御装置 90 では、ウエハステージ WST1 が Y 軸方向に関して静止した状態となるように、ステージ制御装置 70 を介して Y 軸リニアモータ 80 をそのときの Y 位置を目標値としてサーボ制御すると同時に、ウエハステージ WST1 が予め求めた検出中心 SXa と光軸 AX との距離だけ +X 方向に移動するように、測長軸 BI1X を有する干渉計 16 の計測値をモニタしつつ、ステージ制御装置 70 を介して X 軸リニアモータ 82, 83 を駆動する。これにより、ウエハステージ WST1 が +X 方向に移動し、このウエハステージ WST1 の移動により、アライメント系 24a の直下に位置していた基準マーク Ma1 が投影光学系 PL の直下



に位置することとなる。勿論、このウエハステージ W S T 1 の移動と並行して、主制御装置 90 では、上記のウエハステージ W S T 1 側の移動と同様にして、ステージ制御装置 70 を介してウエハステージ W S T 2 をアライメント系 24 b 下方のウエハ交換位置まで移動しており、アライメント系 24 b でウエハステージ W S T 2 上のいずれかの基準マークを検出可能となる直前に測長軸 B I 3 Y を有する干涉計 48 をリセットしている。

【0111】(7) その後、主制御装置 90 では、図 1 に示されるように、レチクルマーク R M 1, R M 2 それぞれの上方にミラー 31, 32 をそれぞれ移動し、R A 顕微鏡 41, 42 からの露光波長のアライメント光をレチクルマーク R M 1, R M 2 にそれぞれ照射し、レチクルマーク R M 1, R M 2 の周囲を通過したアライメント光で投影光学系 P L を介して基準マーク M a 1, M a 2 をそれぞれ照射する。これにより、基準マーク板 F M a 上の基準マーク M a 1, M a 2 と対応するレチクルマーク R M 1, R M 2 の像の相対位置の検出がアライメント制御装置 60 によって行われ、その検出結果が主制御装置 90 に供給される。ここで、上記の相対位置の検出に先立って、測長軸 B I 2 Y で示される干涉計ビームが移動鏡 96 b の反射面に当たるようになったいずれかの時点で干涉計 46 はリセットされており、その時点以後、ウエハステージ W S T 1 の位置は、測長軸 B I 2 Y、B I 1 X で規定される投影光学系 P L の光軸を原点とする X Y 座標系（以下、「露光時座標系」と呼ぶ）上で管理されている。

【0112】(8) 従って、主制御装置 90 では、上記の相対位置検出の結果と、そのときの測長軸 B I 2 Y、B I 1 X をそれぞれ有する干涉計 46、16 の計測値とに基づいて、露光時座標系における基準マーク板 F M a 上のマーク M a 1, M a 2 の座標位置と、レチクル R 上のマーク R M 1, R M 2 のウエハ面上投影像の座標位置を算出し、両者の差により露光位置（投影光学系 P L の投影中心）と基準マーク板 F M a 上の基準マーク M a 1, M a 2 の座標位置との位置関係、すなわち位置ずれ量を求める。

【0113】この場合、レチクルマーク R M 1 及び R M 2 の像の中心が露光中心で、かつそれらの像の中心を通る直線の X 軸に対する傾斜角がレチクルパターンの像の傾斜角となっている。ここでは、予めその傾斜角がほぼ 0 になるように、レチクルステージ R S T の回転角が補正されているものとする。

【0114】なお、主制御装置 90 では、上記の露光位置（投影光学系 P L の投影中心）と基準マーク板 F M a 上の基準マーク M a 1, M a 2 の座標位置との位置関係の計測に加え、基準マーク板 F M b 上の基準マーク M b 1 ~ M b 3 とレチクル上に形成されたレチクルマークとを相対移動させ、これを一方のレチクルアライメント顕微鏡 41（又は 42）を用いて計測し、レチクルステー

ジ R S T の干涉計とウエハステージ W S T 1 の干涉計のスケーリング合わせ、すなわち、相対スキャン動作時のレチクル R とウエハ W 1 のスキャン移動距離合わせをも行うこととしても良い。

【0115】(9) その後、主制御装置 90 では、基準マーク M a 1, M a 2 の X 座標、Y 座標を用いて、露光時座標系に対する、前述したホルダ座標系の X 軸方向、Y 軸方向へのオフセット、及び回転角  $\theta 2$  を算出する。そして、主制御装置 90 では、そのオフセット、及び回転角  $\theta 2$  の情報と、上記の工程で記憶してあるホルダ座標系上でのウエハ W 1 の各ショット領域の配列座標 ( $X_i, Y_i$ ) とを用いて、露光時座標系におけるウエハ W 1 の各ショット領域の配列座標 ( $X A_i, Y A_i$ ) を算出する。この配列座標 ( $X A_i, Y A_i$ ) を用いると、ウエハ W 1 上の各ショット領域の中心と、レチクル R のパターンの像の中心とを高精度に合致させることができる。その後、主制御装置 90 により、ミラー 31, 32 が露光光 I L の光路外に待避され、その後、前述したウエハ W 2 に対する露光と同様にしてウエハステージ W S T 1 上ではウエハ W 1 に対する露光が行われる。

【0116】なお、前述のようにオフセットのみ、あるいはそれに加えて回転角を算出する代わりに、R A 顕微鏡 41, 42 の一方を用いて少なくとも 3 つの基準マークを検出して、レチクルマークに対する各基準マークの位置ずれ量が零又は所定値となるとき座標系（露光時座標系）上でのウエハステージ（基準マーク）の X 座標、Y 座標を求め、例えば上記の E G A 方式を適用して、その座標系上での各ショット領域の配列座標を算出しても良い。すなわち、基準マーク毎に露光時座標系上での座標値と、ホルダ座標系上での座標値とを E G A 方式のモデル式に代入し、最小自乗法などによってその誤差パラメータを算出しても良い。そして、その誤差パラメータが算出されたモデル式に、ホルダ座標系上での各ショット領域の配列座標を代入することで、露光時座標系上での各ショット領域の配列座標を算出するようにしても良い。

【0117】このように、ホルダ座標系上でのウエハ W 1 の各ショット領域の配列座標 ( $X_i, Y_i$ ) が、信頼度の高いものであるため、結果的にレチクル R のパターン像に対してウエハ W 1 上の各ショット領域が精度良く重ね合わせられることとなる。即ち、本実施形態の露光装置によれば、高いアライメント精度（重ね合わせ精度）が得られるようになっている。

【0118】一方、ウエハステージ W S T 2 上では、上記のウエハステージ W S T 1 側でウエハ W 1 に対する露光が行われるのと並行して、アライメント系 24 b 下方のウエハ交換位置で不図示のウエハ交換装置によりウエハ交換が行われ、その交換後のウエハ（便宜上「ウエハ W'」と呼ぶ）に対して、前述と同様の手順でアライメント動作が行われる。

【0119】そして、ウエハW1に対する露光動作が終了した時点で、ウエハステージWST1が図2に示される位置（アライメント系24aの下方）に移動するとともに、ウエハ交換装置によるウエハ交換及び前述したアライメント動作が行われ、ウエハステージWST2が投影光学系PLの下方に移動し、ウエハW'に対して露光が行われる。このように、本実施形態では、一方のウエハステージWST1（又はWST2）上のウエハに対する露光動作と並行して、他方のウエハステージWST2（又はWST1）上ではウエハ交換、アライメント動作が行われるので、高いスループットを実現することができる。

【0120】以上、詳細に説明したように、本実施形態の露光装置10では、ウエハステージWST1（又はWST2）上において、ウエハホルダH1（又はH2）との位置関係が一定となるように、使用される計測シーケンス毎に複数の基準マークMa1～Md（又はMa1'～Md'）が分散して配置された4つの基準マーク板FMa～FMd（又はFMa'～FMd'）が、ウエハホルダの周辺に設けられている。また、主制御装置90により、アライメント系24a（又は24b）を用いて各基準マークの位置情報を検出する検出動作を含む各種計測シーケンスが実行されるので、計測に関する機能を維持することができる。また、使用される計測シーケンス毎に複数の基準マークが、基準マーク板FMa～FMdに分散して配置されているため、ウエハステージ上の僅かなスペースに基準マーク板を設けることができる（図4参照）。従って、ウエハステージの小型化、ひいては装置のフットプリントの縮減を図ることが可能となる。

【0121】また、ウエハホルダH1（又はH2）の中心を含む四角形の各頂点位置の近傍に位置するように基準マークMa1～Md（又はMa1'～Md'）が配置されている。このため、基準マーク間の間隔（距離）を十分大きくとることができ、計測スパンの制約を緩和することができる。また、これにより計測精度の向上を図ることができる。また、基準マークで囲まれる四角形の領域の内部にウエハホルダH1（又はH2）の中心が存在するので、基準マークの位置の計測結果に基づいてウエハホルダの中心を求める場合、その中心点は基準マーク位置のいわば内挿点に相当する。従って、主制御装置90が、アライメント系と干渉計とを用いてウエハステージ上に設けられた各基準マークの位置情報を検出し、その位置情報に基づいて所定の演算を行なうことにより、ウエハホルダの中心を原点とするホルダ座標系をある程度高い信頼度で求めることができる。また、主制御装置90では、アライメント系と干渉計とを用いてウエハ上の前記四角形の内部に存在するアライメントマークの位置情報を、アライメント時座標系上で求め、これをホルダ座標系における位置情報に変換することにより、例えば、干渉計によるウエハステージの位置計測が不可能となり、

ウエハステージの位置が一時的に管理できなくなった場合であっても、新たな座標系（露光時座標系）上で基準マークを再度計測することにより、その計測結果とホルダ座標系における位置情報とに基づいて新たな座標系上でアライメントマークの位置情報を高い信頼性で求めることができる。従って、ウエハステージの大型化及び装置のフットプリントの拡大を招くことなく、ウエハの位置を常に精度良く管理することができる。

【0122】また、ウエハステージWST1、WST2の位置は、干渉計によりアライメント時座標系、露光時座標系等の直交座標系上で管理されており、複数の基準マーク板には、直交座標系上のX軸方向に複数の基準マークが形成されたX軸方向に細長く伸びる第1マーク板（FMa, FMa'）と、Y軸方向に複数の基準マークが配置されたY軸方向に細長く伸びる第2マーク板（FMb, FMb'）とが含まれている。このため、多数存在する基準マークを、それらの使用態様に応じて分散することで、その機能を維持しつつ、1つ1つの基準マーク板の小型化、ひいては基準マーク板が配置されるウエハステージの小型化を図ることが可能となっている。

【0123】なお、上記実施形態では、各基準マークが、ウエハホルダ（基板保持部材）の周辺に設けられた基準マーク板（FMa～FMd, FMa'～FMd'）上に形成された場合について説明したが、これは加工の際に要求される精度（線幅及び平坦度等）を容易に確保するために、このようにしたものであるが、これに限らず、基準マークをウエハステージ上に直接形成しても良く、あるいはウエハホルダに形成しても良い。また、ウエハホルダから分離した基準マーク板をウエハステージ上に固定しても良い。

【0124】また、上記実施形態では、複数の基準マークを検出して得られる座標値（計測値）からホルダ座標系を決定したが、その得られた複数の座標値を用いて、例えばEGA方式によって各基準マークの座標値を算出し、この計算値からホルダ座標系を決定しても良いし、あるいはEGA方式で座標値を算出するのに用いるモデル式の誤差パラメータを算出した時点で得られるパラメータ、例えばオフセット及び回転誤差からホルダ座標系を決定しても良い。また、オフアクシス方式のアライメント系24a, 24bによって少なくとも1つの基準マークを検出して得られる座標値と、少なくとも3つのショット領域でアライメントマークをそれぞれ検出して得られる座標値とを用いて、EGA方式によって基準マーク及び各ショット領域の座標値を算出し、その少なくとも1つの基準マークをRA顕微鏡41, 42で検出して得られる座標値と先に算出した座標値との偏差に基づいて、先に算出した各ショット領域の座標値を補正して前述の配列座標(X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub>)を決定しても良い。

【0125】なお、上記実施形態においては、ウエハステージWST1をアライメント系24aの下方（図2に



示される状態) から投影光学系 PL の下方 (図 1 に示される状態) に移動する際 (あるいはウエハステージ WST 2 をアライメント系 24b の下方 (図 1 に示される状態) から投影光学系 PL の下方 (図 2 に示される状態) に移動する際) に、ウエハホルダとウエハ、延いては基準マーク板とウエハとの相対位置関係はできるだけ変化しないことが望ましい。そこで、ウエハステージ WST 1 (又は WST 2) のウエハホルダ及び基準マーク板が載置される部分に、ヒータやペルチェ素子等の加熱及び冷却素子、並びにサーミスタ等の測温素子よりなる温度制御装置を設け、この温度制御装置によってウエハホルダ、ウエハ及び基準マーク板の温度を一定に維持するようにしても良い。

【0126】なお、基準マークを計測シーケンスに応じて分散する方法としては、上記実施形態に示した方法と異なる分散方法を採用することも勿論可能である。

【0127】また、上記実施形態では、基準マーク板をウエハホルダの周辺に 4 つ設けるものとしたが、本発明がこれに限定されるものではなく、図 5 及び図 6 に示されるような配置方法を採用することも可能である。以下、図 5、図 6 に基づいて基準マークの配置の変形例について説明する。

【0128】図 5 には、第 1 の変形例に係るウエハステージ WST' が示されている。この図 5 から分かるように、ウエハステージ WST' 上のウエハホルダの周辺には 3 つの基準マーク板 FM e, FM f, FM g が設けられている。これら 3 つの基準マーク板 FM e, FM f, FM g は、ウエハホルダの中心 H c' を内部に有する三角形 EA' のほぼ頂点位置に配置されている。このうち、ウエハ W の図 5 における下側 (−Y 側) に設けられた基準マーク板 FM e には、図 4 に示される基準マーク板 FM a と同様に二眼一対の RA 顕微鏡で同時に計測できる 2 つの基準マーク Me 1, Me 2 が形成されており、その他の基準マーク板 FM f, FM g には、図 3 に示される基準マーク板 FM c, FM d と同様、前記ホルダ座標系を規定するための基準マーク M f, M g がそれぞれ形成されている。

【0129】この図 5 の変形例の場合も、上記実施形態と同様、基準マークで囲まれる三角形の領域 EA' の内部にウエハホルダの中心が存在するので、基準マークの位置の計測結果に基づいてウエハホルダの中心を求める場合、その中心点は基準マーク位置のいわば内挿点に相当する。従って、主制御装置 90 が、アライメント系と干渉計とを用いてウエハステージ上に設けられた各基準マークの位置情報を検出し、その位置情報に基づいて所定の演算を行なうことにより、ウエハホルダの中心を原点とするホルダ座標系をある程度高い信頼度で求めることができる。また、領域 EA' 内部に含まれるショット領域に付設されたアライメントマークの位置情報を用いて EGA 演算を行うことにより、その演算結果である誤

差パラメータ (X, Y オフセット、ローテーション、直交度、X, Y スケーリング) の信頼性を、領域 EA' 外部のショット領域に付設されたアライメントマークの位置情報を用いて EGA 演算を行う場合に比べて高くすることができる。この点は、上記実施形態でも同様である。

【0130】また、基準マーク板同士の間隔が、所定の方角に対してのみ大きくなるような配置では、それに直交する方向の間隔が小さくなるため、いわゆる EGA 計測における計測精度の低下が起こるので、ウエハホルダの外周にほぼ均等な角度間隔で基準マーク (基準マーク板) を配置することが好ましい。

【0131】なお、ウエハステージ上の基準マーク板の配置としては、本変形例や上記実施形態のような配置に限らず、多角形の頂点に少なくとも 3 つの基準マークが位置するように基準マーク板を配置すれば良く、その数、配置位置については任意に設定することが可能である。

【0132】図 6 には、第 2 の変形例に係るウエハステージ WST'' が示されている。この第 2 の変形例に係るウエハステージ WST'' では、図 6 から分かるように、ウエハホルダの近傍に 2 つの基準マーク板 FM h, FM i が設けられているところに特徴を有している。

【0133】これら 2 つの基準マーク板 FM h, FM i は、ウエハホルダの中心を通る直線 EA'' 上の中心に関して反対側に配置されており、基準マーク板 FM h, FM i には、図 3 に示される基準マーク板 FM c, FM d と同様、ホルダ座標系を規定するための基準マーク M h, M i が形成されている。

【0134】2 つの基準マーク板をこのように配置することにより、基準マーク間の間隔をウエハホルダの直径程度の長さにとることができ、計測スパンの制約を緩和することができ、これにより計測精度の向上を図ることができる。また、2 つの基準マークを結ぶ直線上にウエハホルダの中心が存在するので、基準マークの位置の計測結果に基づいてウエハホルダの中心を求める場合、その中心点は基準マーク位置の内挿点に相当する。従って、例えば、主制御装置 90 が、アライメント系と干渉計とを用いてウエハステージ上に設けられた各基準マークの位置情報を検出し、その位置情報に基づいて所定の演算を行なうことにより、ウエハホルダの中心を原点とするホルダ座標系をある程度高い信頼度で求めることができる。また、主制御装置 90 では、アライメント系と干渉計とを用いてウエハ上の前記直線上に存在するアライメントマークの位置情報を、例えばアライメント時座標系上で求め、これをホルダ座標系における位置情報に変換することにより、例えば、ウエハステージの位置が一時的に管理できなくなった場合であっても、新たな座標系 (露光時座標系) 上で基準マークを再度計測することにより、その計測結果と前記ホルダ座標系における位

置情報とに基づいて新たな座標系上でアライメントマークの位置情報を高い信頼性で求めることができる。従って、ウエハステージの大型化及び装置のフットプリントの拡大を招くことなく、ウエハの位置を常に精度良く管理することが可能となる。この場合、2つの基準マークがウエハホルダの中心に対して対称であることから、例えばウエハホルダの中心座標及び回転角を容易に算出することが可能である。また、例えば、ウエハステージの位置が、干渉計により直交座標系上で管理されている場合において、2つの基準マークを結ぶ直線が直交座標系の座標軸に対してほぼ45°の傾斜を有するようにすることにより、直交座標系の両座標軸方向について同等の精度でマーク位置の計測を行うことが可能となる。また、図1の露光装置は2つのウエハステージを有するものとしたが、1つであっても良く、基準マーク板以外の構成は任意で構わない。また、各基準マーク板に形成する基準マークは1次元マークと2次元マークのいずれでも良いし、両者を組み合わせても良い。

【0135】さらに、前述の実施形態では基準マーク板の表面をウエハ表面とほぼ同じ高さに設定するものとしたが、必ずしも基準マーク板をその表面がウエハの表面と同一高さになるように配置しなくても良い。また、前述の実施形態では投影光学系PLを挟んで2つのアライメント系24a、24bを配置し、ウエハステージWST1をアライメント系24aと投影光学系PLとの間で移動し、ウエハステージWST2をアライメント系24bと投影光学系PLとの間で移動するものとしたが、例えばWO98/40791号に開示されているように、アライメント系24a、24bの一方のみを設け、一方のアライメント系と投影光学系PLとの間で2つのウエハステージを入れ替える構成としても良い。さらに、ウエハステージWST1、WST2の一方でのウエハの露光と並行して、他方のウエハステージでのアライメント系24a、24bによるウエハ上のマーク検出時に、例えば投影光学系PLで用いられるAFセンサと同じ構成のセンサを用いてウエハ上のショット領域の段差情報を検出しても良い。

【0136】なお、上記実施形態では、光源としてKrFエキシマレーザ、ArFエキシマレーザなどの紫外光源や、F<sub>2</sub>レーザ等の真空紫外域のパルスレーザ光源を用いるものとしたが、これに限らずAr<sub>2</sub>レーザ光源

(出力波長126nm)などの他の真空紫外光源を用いても良い。また、例えば、真空紫外光として上記各光源から出力されるレーザ光に限らず、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム(Er)

(又はエルビウムとイッテルビウム(Yb)の両方)がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。

【0137】なお、上記実施形態では、ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置に本発明が適用された場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されないことは勿論である。すなわちステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置にも本発明は好適に適用できる。

【0138】なお、複数のレンズから構成される照明系、投影光学系を露光装置本体に組み込み、光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、更に総合調整(電気調整、動作確認等)をすることにより、上記実施形態の露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0139】なお、本発明は、半導体製造用の露光装置に限らず、液晶表示素子などを含むディスプレイの製造に用いられる、デバイスパターンをガラスプレート上に転写する露光装置、薄膜磁気ヘッドの製造に用いられるデバイスパターンをセラミックウエハ上に転写する露光装置、及び撮像素子(CCDなど)、マイクロマシン、DNAチップなどの製造に用いられる露光装置などにも適用することができる。また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、DUV(遠紫外)光やVUV(真空紫外)光などを用いる露光装置では一般的に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドープされた石英ガラス、螢石、フッ化マグネシウム、又は水晶などが用いられる。また、プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置などでは透過型マスク(ステンシルマスク、メンブレンマスク)が用いられ、マスク基板としてはシリコンウエハなどが用いられる。

【0140】上述した本発明の実施形態及びその変形例は、現状における好適な実施形態及びその変形例であるが、リソグラフィシステムの当業者は、本発明の精神と範囲から逸脱することなく、上述した実施形態及び変形例に対して、多くの付加、変形、置換をすることに容易に想到するであろう。全てのこうした付加、変形、置換は、前述の特許請求の範囲によって最も的確に明示される本発明の範囲に含まれるものである。

【0141】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1~4に記載の各ステージ装置によれば、計測機能を維持したまま、その小型化を図ることができるという効果がある。

【0142】また、請求項5~19に記載の各露光装置によれば、基板ステージの小型化及び装置フットプリン

10

20

30

40

50



トの縮減が可能であるという効果がある。特に、請求項9～19に記載の各露光装置によれば、上記に加え、基板の位置を常に精度良く管理することができるという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る露光装置の概略構成を示す図である。

【図2】2つのウェハステージとレチクルステージと投影光学系とアライメント系の位置関係を示す斜視図である。

【図3】図1のステージ装置の構成を示す平面図である。

【図4】ウェハステージ上における基準マーク板の具体的な配置方法を示す図である。

【図5】第1の変形例に係るウェハステージを示す平面図である。

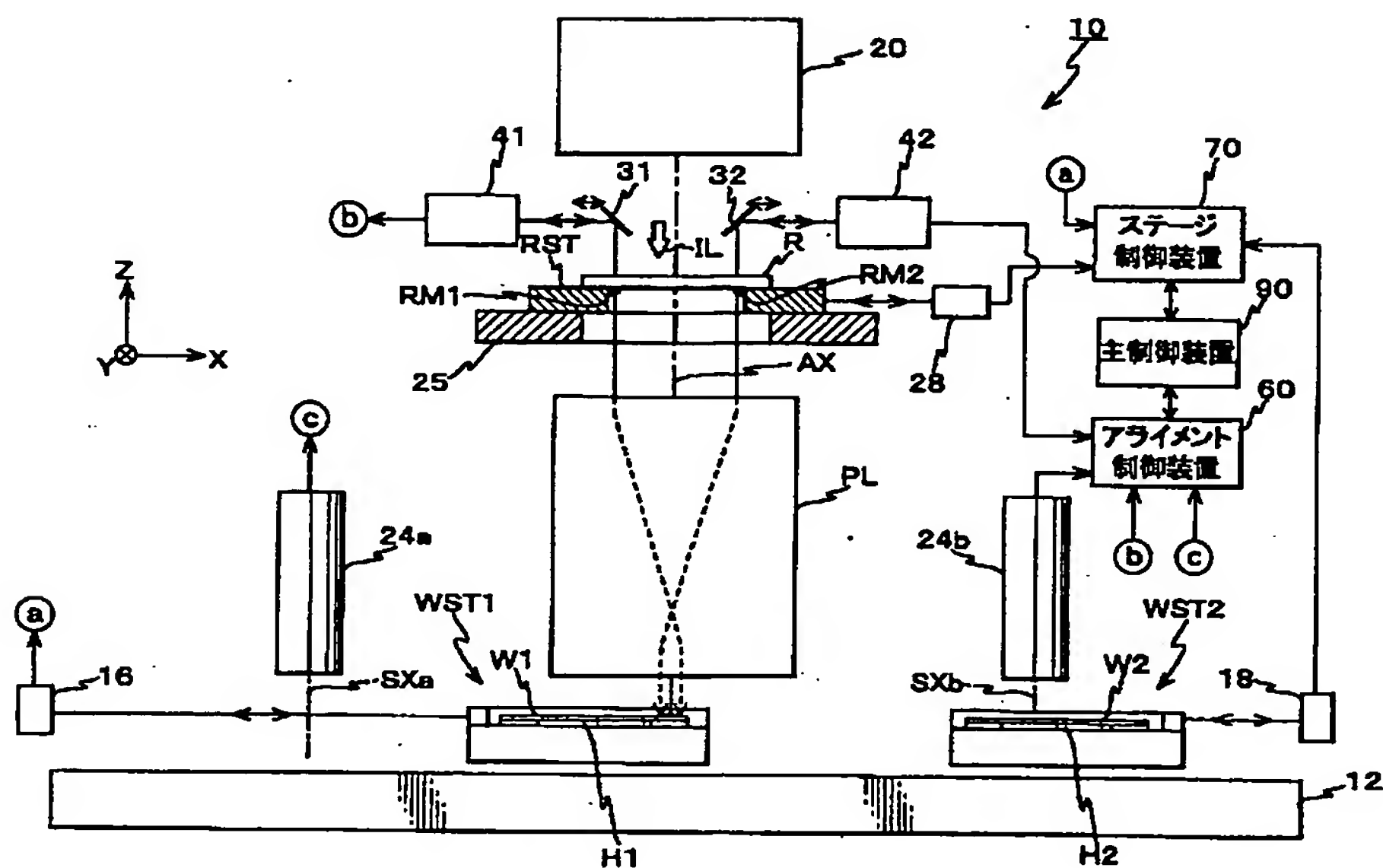
【図6】第2の変形例に係るウェハステージを示す平面

図である。

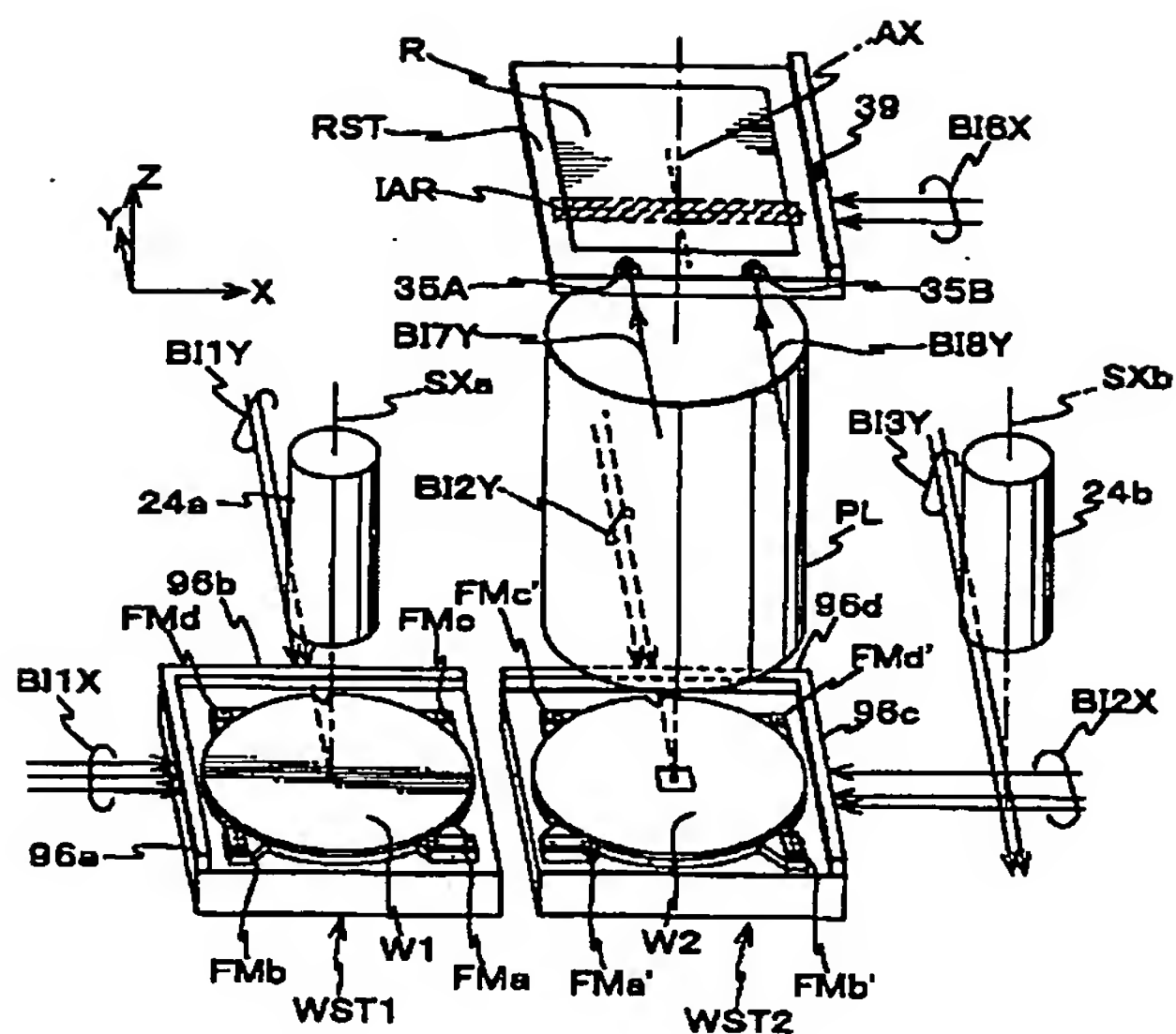
【符号の説明】

10…露光装置、16、18…X軸干渉計（位置計測装置の一部）、24a、24b…アライメント系（マーク検出系）、28…レチクル干渉計システム（マスク側位置計測装置）、41、42…レチクルアライメント顕微鏡（マスク用マーク検出系）、44、46、48…Y軸干渉計（位置計測装置の一部）、70…ステージ制御装置（駆動装置の一部）、81…Y軸リニアモータ（駆動装置の一部）、84、85…X軸リニアモータ（駆動装置の一部）、90…主制御装置（制御装置）、FMa～FMd、FMa'～FMd'…基準マーク板、H1、H2…ウェハホルダ（基板保持部材）、IL…露光光（エネルギービーム）、Ma1～Md…基準マーク、W1、W2…ウェハ（基板）、WST1、WST2…ウェハステージ（基板ステージ）。

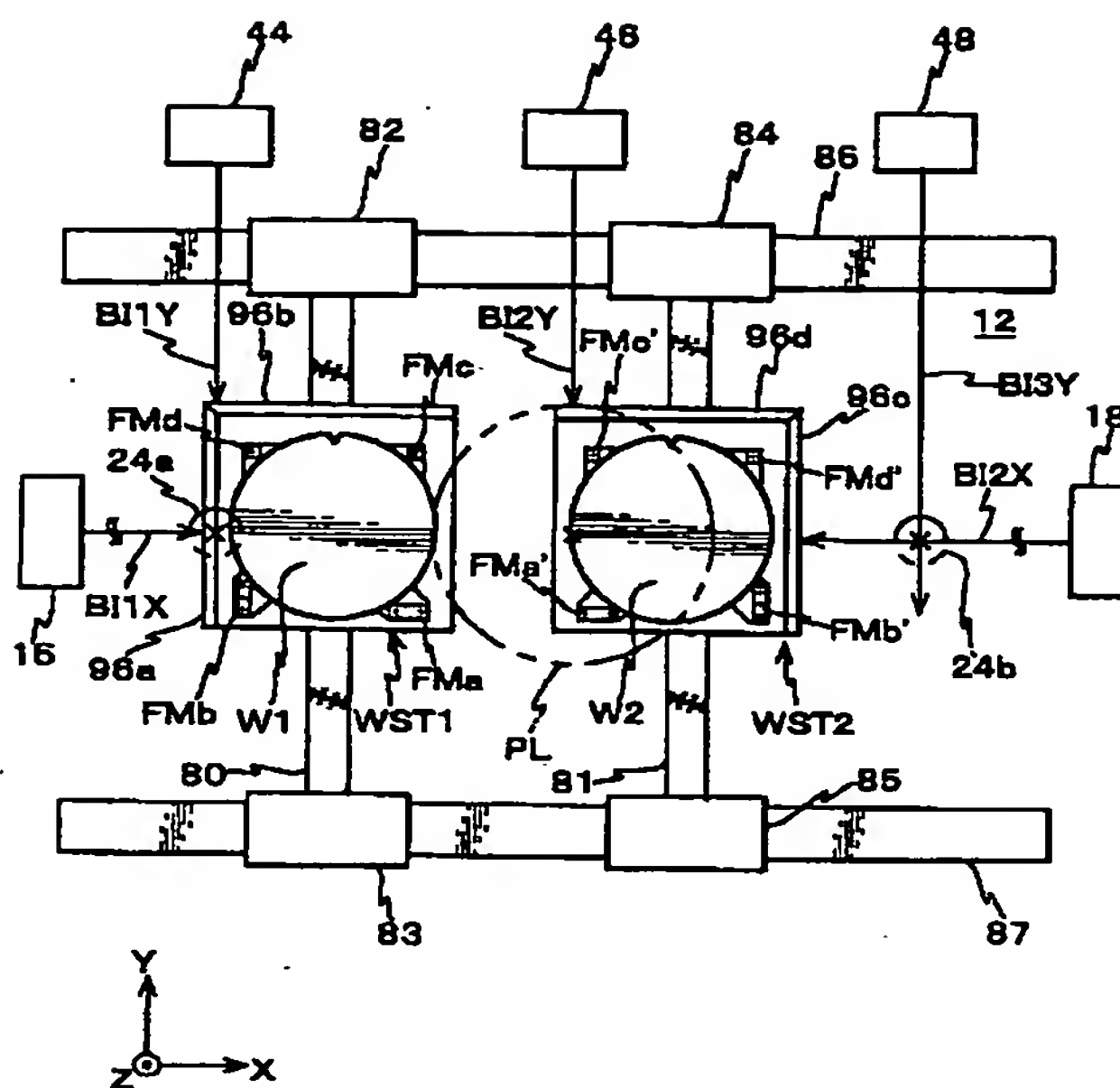
【図1】



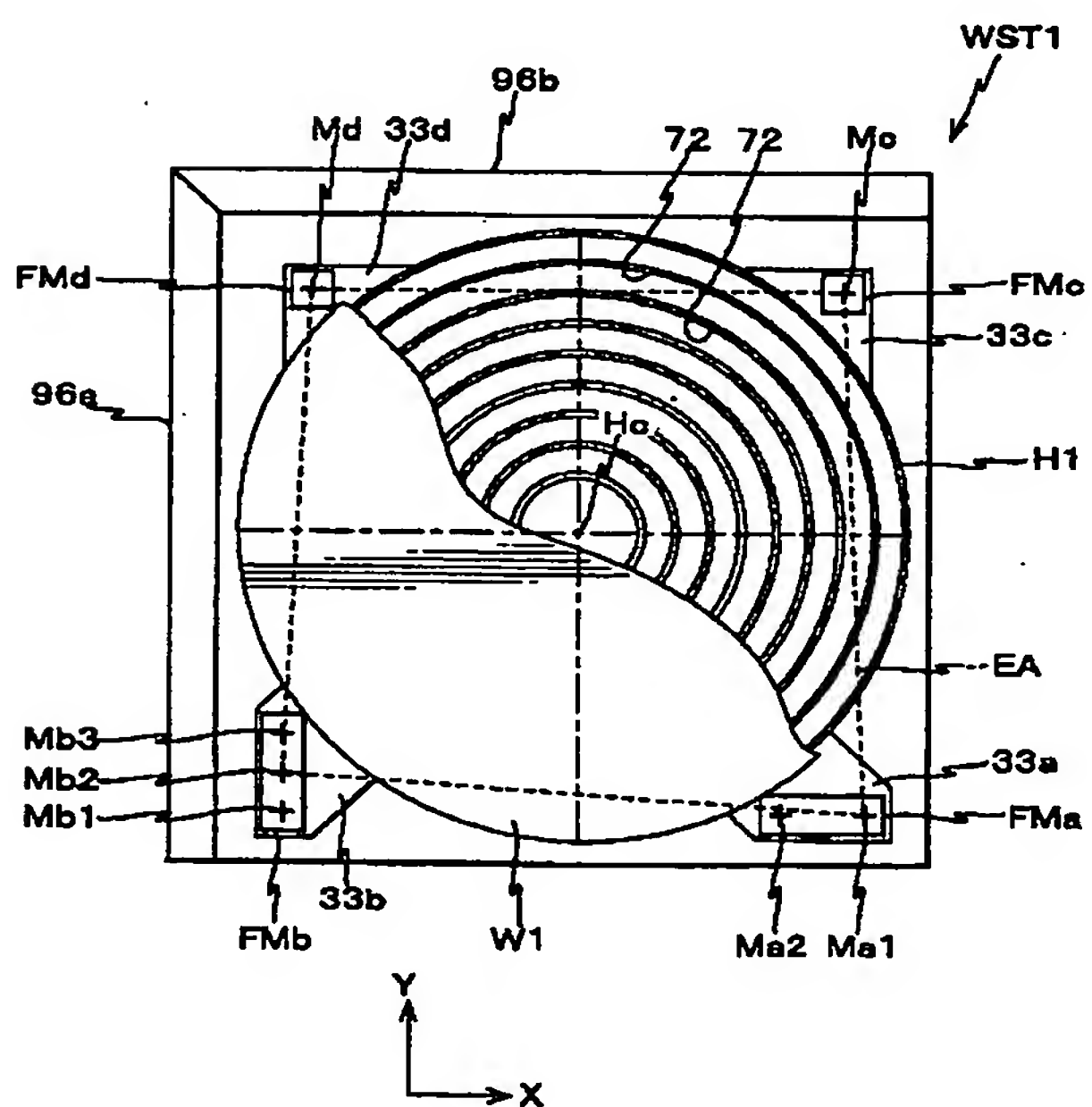
【図2】



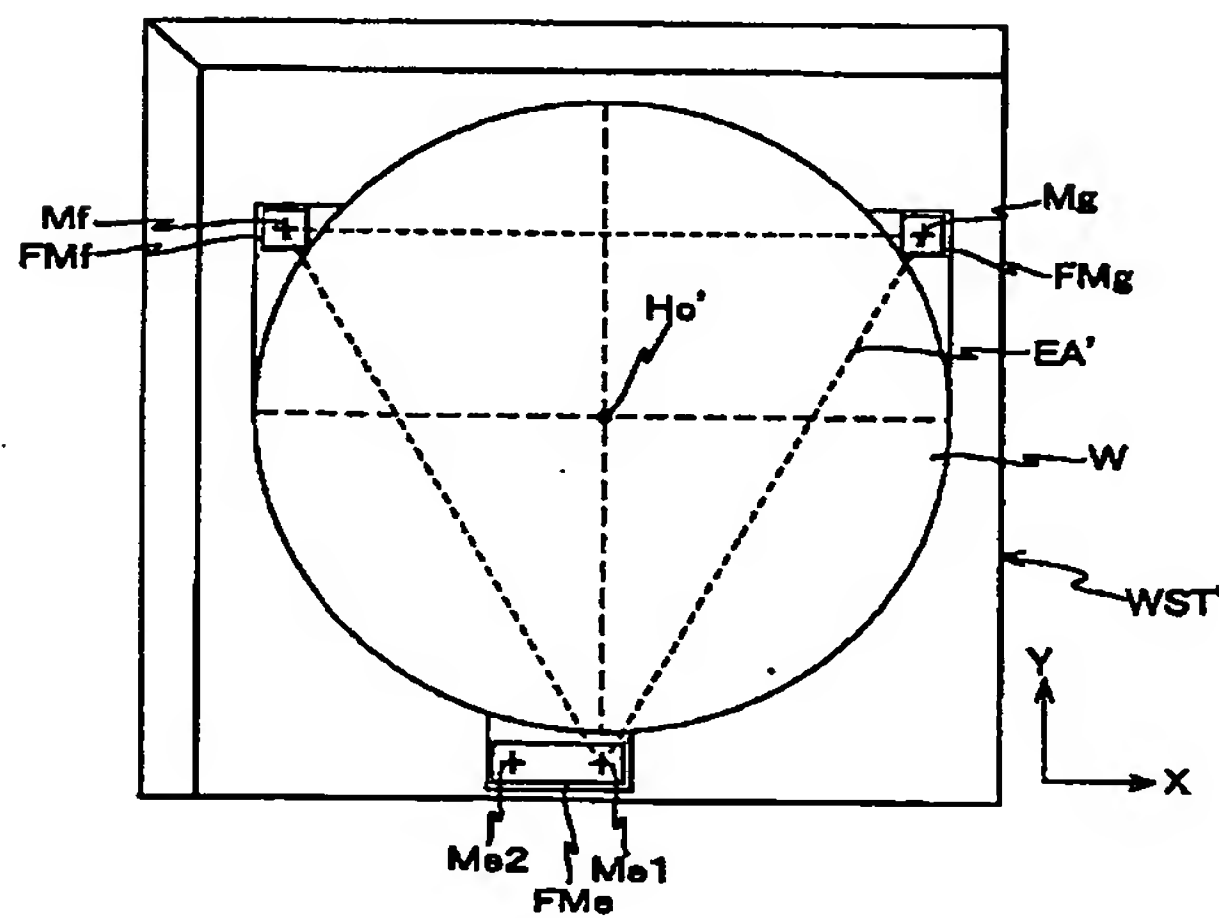
【図3】



【図4】

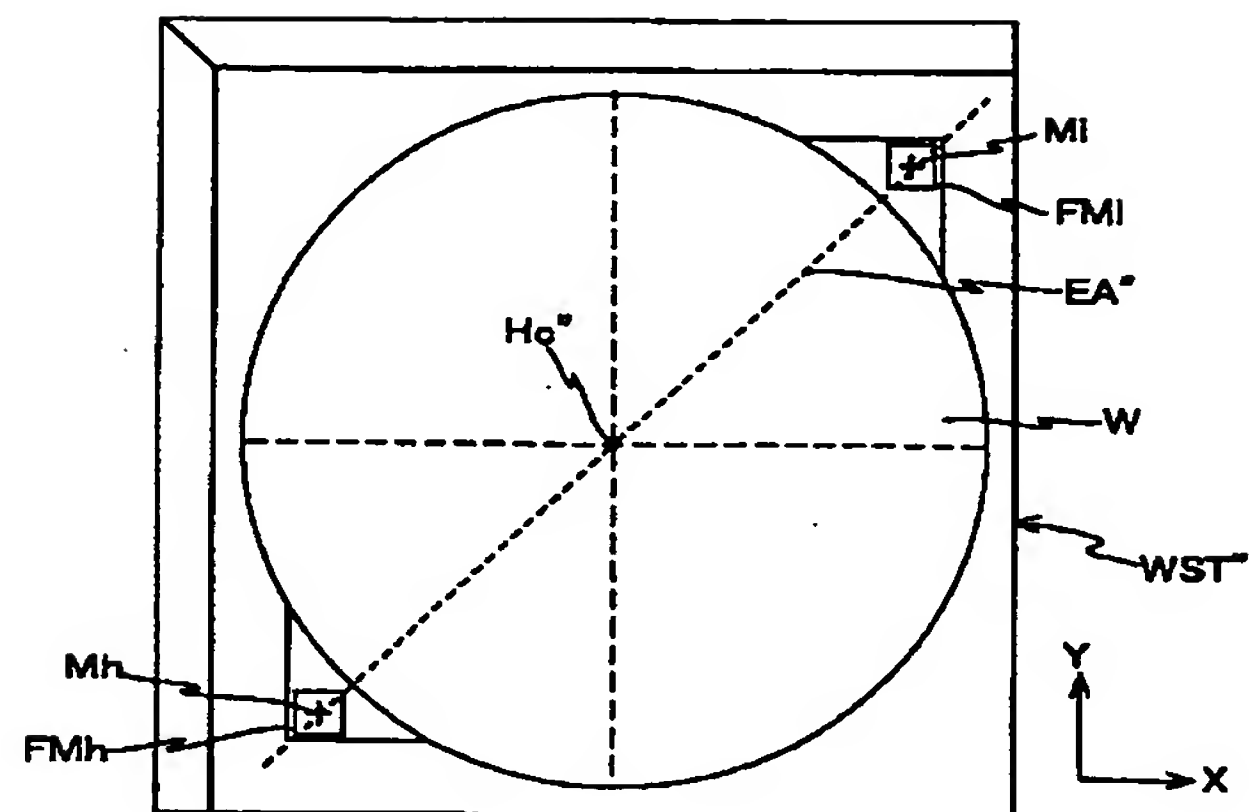


【図5】





【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F031 CA02 CA05 CA07 HA13 HA16  
 HA53 HA57 JA04 JA06 JA14  
 JA17 JA22 JA28 JA29 JA32  
 JA38 KA06 KA07 KA08 LA03  
 LA08 MA27 NA02  
 5F046 BA04 BA05 CC01 CC16 CC19  
 EB03

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-231622

(43)Date of publication of application : 16.08.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/22

H01L 21/68

(21)Application number : 2001-356904

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 22.11.2001

(72)Inventor : INOUE JIRO

(30)Priority

Priority number : 2000362258

Priority date : 29.11.2000

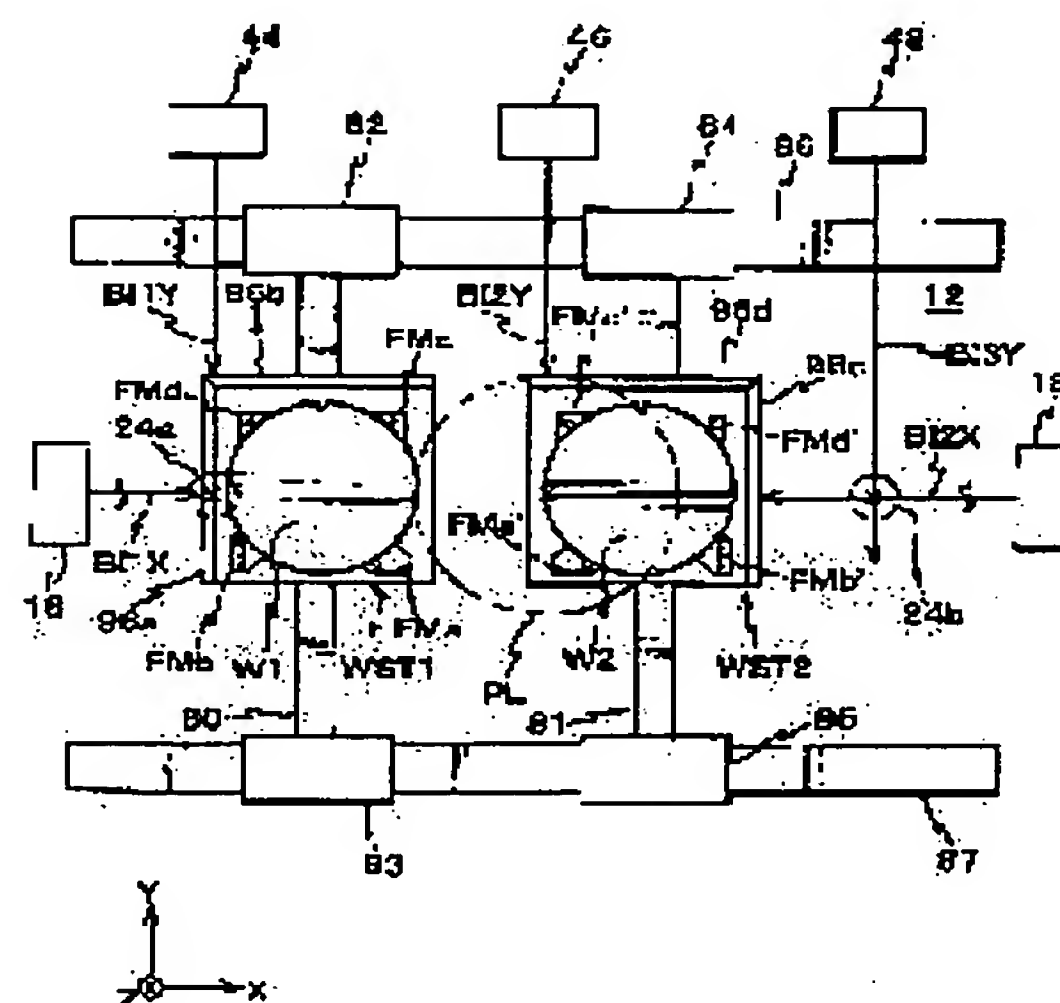
Priority country : JP

## (54) STAGE UNIT AND ALIGNER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a substrate stage in size and an aligner in footprint.

SOLUTION: A plurality of reference mark plates (FMa to FMd, FMa' to FMd'), where a plurality of reference marks are arranged dispersedly for each measurement sequence for use, are arranged around substrate holders (H1 and H2), so as to keep the positional relation between a substrate and the substrate holder constant on substrate stages (WST1 and WST2). Therefore, the reference mark plates can be arranged in a small space on the substrate stage. Various measurement sequences, containing a detecting operation of detecting position data on the reference marks by the use of a mark detection system, are executed by a control device. Therefore, the substrate stage can be reduced in size, keeping its measurement functions unchanged and furthermore the aligner can be also reduced in footprint.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]



**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The substrate attachment component holding a substrate; stage equipment equipped with the substrate stage where two or more reference marks distributed, and have been arranged for every measurement sequence for which they are used so that physical relationship with said substrate attachment component may become fixed while laying said substrate attachment component and carrying out two-dimensional migration, and;

[Claim 2] Said two or more reference marks are stage equipment according to claim 1 characterized by being at least three reference marks arranged, respectively near each top-most-vertices location of a polygon including the core of said substrate attachment component.

[Claim 3] Said two or more reference marks are stage equipment according to claim 1 characterized by including the 1st reference mark and the 2nd reference mark which have been arranged in the opposite hand about said core on the straight line passing through the core of said substrate attachment component.

[Claim 4] Stage equipment given in any 1 term of claims 1-3 to which it is prepared around said substrate attachment component on said substrate stage, and at least one of said the reference marks is characterized by having further two or more reference mark plates formed, respectively.

[Claim 5] It is the aligner which exposes a substrate by the energy beam and forms a predetermined pattern on said substrate. The substrate attachment component which is laid on the substrate stage which carries out two-dimensional migration, and the; aforementioned substrate stage, and holds said substrate; It is prepared around said substrate attachment component on said substrate stage so that physical relationship with said substrate attachment component may become fixed. Two or more reference marks distribute for every measurement sequence used. Two or more arranged reference mark plates and the mark detection system which detects the mark which exists on the; aforementioned substrate stage; the various measurement sequences which include the detection actuation which detects at least one of said two or more of the reference marks using said mark detection system, respectively The control unit to perform and an aligner equipped with;

[Claim 6] It has further the location metering device which manages the location of said substrate stage on a rectangular coordinate system. Said two or more reference mark plates The 1st mark plate extended long and slender to the 1st shaft orientations by which two or more reference marks have been arranged in accordance with the 1st shaft orientations on said rectangular coordinate system, The aligner according to claim 5 characterized by including the 2nd mark plate extended long and slender in the 2nd shaft orientations by which two or more reference marks have been arranged in accordance with the 2nd shaft orientations which intersect perpendicularly with said 1st shaft orientations.

[Claim 7] The mask with which said pattern was formed The driving gear which carries out the synchronized drive of the mask stage and the; aforementioned mask stage to hold, and said substrate stage in accordance with said 2nd shaft orientations; the mark detection system for masks of a couple and; which were formed in the both sides of said 1st shaft orientations of said pattern of said mask and which measure the mask mark of a couple at least Furthermore, have and the die length of said 1st shaft orientations of said 1st mark plate is mostly made into the die length corresponding to the distance during the mask mark which accomplishes said pair. The aligner according to claim 6 characterized by considering as slightly bigger die length than die length required for the die length of said 2nd shaft orientations to form said reference mark.

[Claim 8] The mask with which said pattern was formed The mask stage and; to hold Said mask stage and said substrate stage The driving gear which carries out a synchronized drive in accordance with said 2nd shaft orientations, and the mask side location metering device which measures the location of the; aforementioned mask stage; It has further the mark detection system for masks and; which measure two or

more pairs of mask marks formed in the both sides of said 1st shaft orientations of said pattern on said mask. The aligner according to claim 6 characterized by making mostly the die length of said 2nd shaft orientations of said 2nd mark plate into the die length corresponding to the die length of said 2nd shaft orientations of said pattern, and considering as slightly bigger die length than die length required for the die length of said 1st shaft orientations to form said reference mark.

[Claim 9] It is the aligner which exposes a substrate by the energy beam and forms a predetermined pattern on said substrate. The substrate attachment component which is laid on the location metering device which measures the location of the substrate stage which carries out two-dimensional migration, and the; aforementioned substrate stage, and the; aforementioned substrate stage, and holds said substrate; It is prepared on said substrate stage so that physical relationship with said substrate attachment component may become fixed. The core of said substrate attachment component Said mark detection system and said location metering device are used. The mark detection system which detects the mark which exists on said substrate stage containing at least three reference marks arranged near each top-most-vertices location of the included polygon, respectively, and the; aforementioned reference marks; One of the at least three reference marks Or the control unit which performs the various measurement sequences which include the detection actuation which detects plurality, respectively and an aligner equipped with;.

[Claim 10] The aligner according to claim 9 with which it is prepared around said substrate attachment component on said substrate stage, and at least one of said the reference marks is characterized by having further two or more reference mark plates formed, respectively.

[Claim 11] The aligner according to claim 10 with which said at least three reference marks are characterized by distributing for every measurement sequence by which they are used, and being arranged at said two or more reference mark plates.

[Claim 12] The location of said substrate stage is managed on the rectangular coordinate system by said location metering device. Said two or more reference mark plates The 1st mark plate extended long and slender to the 1st shaft orientations by which two or more reference marks have been arranged in accordance with the 1st shaft orientations on said rectangular coordinate system, The aligner according to claim 10 or 11 characterized by including the 2nd mark plate extended long and slender in the 2nd shaft orientations by which two or more reference marks have been arranged in accordance with the 2nd shaft orientations which intersect perpendicularly with said 1st shaft orientations.

[Claim 13] Each of said at least three reference marks is an aligner according to claim 9 characterized by being formed in said substrate attachment component.

[Claim 14] It is the aligner which exposes a substrate by the energy beam and forms a predetermined pattern on said substrate. The substrate attachment component which is laid on the location metering device which measures the location of the substrate stage which carries out two-dimensional migration, and the; aforementioned substrate stage, and the; aforementioned substrate stage, and holds said substrate; It is prepared on said substrate stage so that physical relationship with said substrate attachment component may become fixed. It is related with said core on the straight line passing through the core of said substrate attachment component. The 1st reference mark and the 2nd reference mark which have been arranged in the opposite hand Said mark detection system and said location metering device are used. at least two included reference marks and; -- the mark detection system which detects the mark which exists on said substrate stage containing said at least two reference marks, and; -- one or more of said at least two reference marks The control unit which performs the various measurement sequences which include the detection actuation to detect, respectively, and an aligner equipped with;.

[Claim 15] The aligner according to claim 14 characterized by having further two or more reference mark plates with which it was prepared around said substrate attachment component on said substrate stage, and either of said at least two reference marks was formed.

[Claim 16] The aligner according to claim 15 with which said at least two reference marks are characterized by distributing for every measurement sequence by which they are used, and being arranged at said two or more reference mark plates.

[Claim 17] The location of said substrate stage is managed on the rectangular coordinate system by said location metering device. Said two or more reference mark plates The 1st mark plate extended long and slender to the 1st shaft orientations by which two or more reference marks which contain said 1st reference mark in accordance with the 1st shaft orientations on said rectangular coordinate system have been arranged, The aligner according to claim 15 or 16 characterized by including the 2nd mark plate extended long and slender in the 2nd shaft orientations by which two or more reference marks which contain said 2nd reference mark in the 2nd shaft orientations which intersect perpendicularly with said 1st shaft orientations have been



arranged.

[Claim 18] Each of said at least two reference marks is an aligner according to claim 14 characterized by being formed in said substrate attachment component.

[Claim 19] The location of said substrate stage is an aligner given in any 1 term of claims 14, 15, 16, and 18 to which said straight line which is managed on the rectangular coordinate system by said location metering device, and connects said 1st reference mark and said 2nd reference mark is characterized by having about 45-degree dip to both the axes of coordinates of said rectangular coordinate system.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to stage equipment and an aligner, and relates to stage equipment applicable suitable for the aligner and this aligner which expose a substrate by the energy beam and form a predetermined pattern on said substrate in more detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, at the lithography process for manufacturing a semiconductor device, a liquid crystal display component, etc., the aligner imprinted on substrates (it is hereafter named a "wafer" generically), such as a wafer with which the pattern formed in a mask or reticle (it is named "reticle" generically below) was applied to the resist etc. through the projection optical system, or a glass plate, is used. The scanning projection aligner (the so-called scanning stepper) of step - which added amelioration to the cutback projection aligner (the so-called stepper) of a step-and-repeat method and this stepper with high integration of a semiconductor device at recent years, and - scanning method etc. has the projection aligner of a migration mold in use serially.

[0003] Since a semiconductor device etc. piles up the pattern of two or more layers and is formed on a wafer, it needs to carry out superposition of the pattern already formed on the wafer, and the pattern formed in reticle to high degree of accuracy in aligners, such as a stepper. For this reason, it is necessary to measure to accuracy the location of the shot field in which the pattern on a wafer was formed, and measuring the location of the alignment mark attached to each shot field as this approach using various location measurement sensors is made.

[0004] Moreover, on the wafer stage which holds a wafer for this measurement, the fiducial mark plate (reference mark plate) with which two or more kinds of reference marks used as the criteria which measure the physical relationship of reticle, a projection lens, and a wafer were formed is formed near the wafer.

[0005] One sheet of this reference mark plate is usually arranged on the wafer stage, it is measuring the reference mark formed on the reference mark plate, and management of the conversion rate for drawing distance from management of the relative distance between location measurement sensors, the perpendicularity of the stage interferometer which measures the location of a stage, and the count of the interference fringe measured by the stage interferometer etc. is performed.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when one reference mark plate performs measurement for these managements, in order that the span of the measurement distance may receive constraint with the size of a reference mark plate, there is a possibility that measurement precision may fall by this.

[0007] For this reason, although it is possible to expand the size of a reference mark plate as a means which raises measurement precision, we are anxious about enlargement of a stage being caused. If it is in an aligner equipped with two or more substrate stages which attract attention especially recently, since it is necessary to secure the actuation range of a stage very widely, it also has the inconvenience of increasing the footprint of equipment inevitably.

[0008] Moreover, in the case of an aligner equipped with two or more stages mentioned above, only one is equipped with the optical system for exposure in many cases, and there is an inclination which an exposure location and an alignment location separate from the need of preventing interference of stages in such a case, distantly. For this reason, the interferometer optical axis which measures the location of a stage between an exposure location and an alignment location will separate from a stage. However, even if it is such a case, it is necessary to manage the relative position to the optical system for exposure and the mask of a substrate on a stage with a sufficient precision.



[0009] This invention was made under this situation and the 1st object is in offering the stage equipment which can attain the miniaturization, with a measurement function maintained.

[0010] Moreover, the 2nd object of this invention is to offer the aligner in which the miniaturization of a substrate stage and curtailment of an equipment footprint are possible.

[0011] Moreover, the 3rd object of this invention is to offer the aligner [ the miniaturization of a substrate stage and curtailment of an equipment footprint are possible, and ] which can always manage the location of a substrate with a sufficient precision.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The substrate attachment component to which invention according to claim 1 holds a substrate (W1, W2) (H1, H2); while laying said substrate attachment component and carrying out two-dimensional migration Two or more reference marks (Ma1-Md, or Mh, Mi) are stage equipment equipped with the substrate stage (WST1, WST2) distributed and arranged for every measurement sequence for which they are used, and; so that physical relationship with said substrate attachment component may become fixed.

[0013] According to this, for every measurement sequence for which they are used, two or more reference marks distribute and are arranged so that physical relationship with a substrate attachment component may become fixed on a substrate stage. For this reason, each reference mark can be arranged, for example so that it may become a certain amount of spacing mutually at the periphery of a substrate attachment component. By this, sufficiently large spacing between reference marks (distance) can be taken, constraint of a measurement span can be eased, and, thereby, improvement in measurement precision can be aimed at. Moreover, each reference mark can be arranged to few tooth spaces on a substrate stage. Since two or more reference marks distribute and are arranged for every measurement sequence for which they are used, the function about measurement is maintainable. Therefore, the miniaturization can be attained, with a measurement function maintained.

[0014] In this case, it can be supposed like stage equipment according to claim 2 that they are said two or more reference marks (Ma1-Md) at least three reference marks arranged, respectively near each top-most-vertices location of a polygon including the core of said substrate attachment component. Since the core of a substrate attachment component exists in the interior of the field of the polygon which is surrounded by the reference mark in this case, when searching for the core of a substrate attachment component based on the measurement result of the location of a reference mark, the central point is equivalent to a interpolation point, if a reference mark location says. It can ask for the attachment component system of coordinates which make the core of a substrate attachment component a zero with to some extent high reliability by following, for example, performing a predetermined operation based on the positional information of a reference mark.

[0015] In stage equipment given in above-mentioned claim 1, said two or more reference marks can be supposed that the 1st reference mark and the 2nd reference mark (Mh, Mi) which have been arranged in the opposite hand about said core on the straight line passing through the core of said substrate attachment component are included like stage equipment according to claim 3. Since the 1st reference mark and the 2nd reference mark are arranged in the opposite hand about the core on the straight line passing through the core of a substrate attachment component, in this case, spacing between both reference marks can be taken to the die length of diameter extent of a substrate attachment component, constraint of a measurement span can be eased, and, thereby, improvement in measurement precision can be aimed at to it. Moreover, two reference marks are able to compute easily the main coordinate and angle of rotation of a substrate attachment component from a symmetrical thing to the core of a substrate attachment component, for example.

[0016] With each stage equipment given in above-mentioned claims 1-3, although said each reference mark may be directly formed on the substrate stage, it was prepared around said substrate attachment component on said substrate stage like stage equipment according to claim 4, and at least one of said the reference marks may be further equipped with two or more reference mark plates (FMa-FMd, FMa'-FMd') formed, respectively, for example.

[0017] Invention according to claim 5 is an aligner which exposes a substrate (W1, W2) by the energy beam (IL), and forms a predetermined pattern on said substrate. It is prepared around said substrate attachment component on said substrate stage. the substrate stage (WST1, WST2) which carries out two-dimensional migration, and; -- the substrate attachment component (H1, H2) which is laid on said substrate stage and holds said substrate, and; -- so that physical relationship with said substrate attachment component may become fixed Two or more reference marks distribute for every measurement sequence used. Said mark detection system is used. two or more arranged reference mark plates (FMa-FMd, FMa'-FMd') and; -- the

mark detection system (24a, 24b) which detects the mark which exists on said substrate stage, and; -- at least one of said two or more of the reference marks They are the control unit (90) which performs the various measurement sequences which include the detection actuation to detect, respectively, and an aligner equipped with;

[0018] According to this, two or more reference mark plates with which two or more reference marks distributed, and have been arranged for every measurement sequence used are formed around the substrate attachment component so that physical relationship with a substrate attachment component may become fixed on a substrate stage. For this reason, a reference mark plate can be formed in few tooth spaces on a substrate stage. Moreover, since the various measurement sequences which include the detection actuation which detects at least one of two or more of the reference marks using a mark detection system with a control unit, respectively are performed, the function about measurement is maintainable. Therefore, it becomes possible to aim at miniaturization of a substrate stage, as a result curtailment of the footprint of equipment, with a measurement function maintained.

[0019] When it has further the location metering device which manages the location of said substrate stage on a rectangular coordinate system like an aligner according to claim 6, in this case, said two or more reference mark plates The 1st mark plate extended long and slender to the 1st shaft orientations by which two or more reference marks have been arranged in accordance with the 1st shaft orientations on said rectangular coordinate system, Suppose that the 2nd mark plate extended long and slender is included in the 2nd shaft orientations by which two or more reference marks have been arranged in accordance with the 2nd shaft orientations which intersect perpendicularly with said 1st shaft orientations.

[0020] in this case, like an aligner according to claim 7 The mask (R) with which said pattern was formed the mask stage (RST) to hold and; -- the driving gear which carries out the synchronized drive of said mask stage and said substrate stage in accordance with said 2nd shaft orientations, and; -- it was formed in the both sides of said 1st shaft orientations of said pattern of said mask -- at least the mask mark of a couple When it has further the mark detection system for masks of a couple (41 42) and; to measure, Suppose that the die length of said 1st shaft orientations of said 1st mark plate is mostly made into the die length corresponding to the distance during the mask mark which accomplishes said pair, and it considers as slightly bigger die length than die length required for the die length of said 2nd shaft orientations to form said reference mark. In this case, the mark detection system for masks of a couple enables the mask mark of said couple simultaneously to form on the 1st mark plate in the reference mark of a measurable couple.

[0021] In an aligner given in above-mentioned claim 6 like an aligner according to claim 8 The mask with which said pattern was formed The mask stage and; to hold Said mask stage and said substrate stage The driving gear which carries out a synchronized drive in accordance with said 2nd shaft orientations, and the mask side location metering device which measures the location of the; aforementioned mask stage; When it has further the mark detection system for masks and; which measure two or more pairs of mask marks formed in the both sides of said 1st shaft orientations of said pattern on said mask, Suppose that the die length of said 2nd shaft orientations of said 2nd mark plate is mostly made into the die length corresponding to the die length of said 2nd shaft orientations of said pattern, and it considers as slightly bigger die length than die length required for the die length of said 1st shaft orientations to form said reference mark. It becomes possible to form the reference mark which can perform scaling doubling of the mask side location metering device and the location metering device which measures the location of a substrate stage performed using predetermined one side of the mark detection system for masks in this case on the 2nd reference mark plate.

[0022] Invention according to claim 9 is an aligner which exposes a substrate (W1, W2) by the energy beam (IL), and forms a predetermined pattern on said substrate. The substrate stage which carries out two-dimensional migration (WST1, WST2); the location of said substrate stage It is prepared on said substrate stage. the location metering device (16, 18, 44, 46, 48) to measure and; -- the substrate attachment component (H1, H2) which is laid on said substrate stage and holds said substrate, and; -- so that physical relationship with said substrate attachment component may become fixed The core of said substrate attachment component at least three reference marks (Ma1-Md) arranged near each top-most-vertices location of the included polygon, respectively, and; -- the mark detection system (24a, 24b) which detects the mark which exists on said substrate stage containing said reference mark, and; -- said mark detection system and said location metering device They are the control unit (90) which performs the various measurement sequences which include the detection actuation which uses and detects one or more of at least three reference marks, respectively, and an aligner equipped with;

[0023] According to this, since each reference mark is arranged near each polygonal top-most-vertices



location, sufficiently large spacing between reference marks (distance) can be taken, constraint of a measurement span can be eased, and, thereby, improvement in measurement precision can be aimed at. Moreover, since the core of a substrate attachment component exists in the interior of the field of the polygon surrounded by the reference mark, when searching for the core of a substrate attachment component based on the measurement result of the location of a reference mark, if a reference mark location says, it is equivalent [ the central point ] to a interpolation point. It can ask for the attachment component system of coordinates which make the core of a substrate attachment component a zero with to some extent high reliability by following, for example, detecting the positional information of each reference mark established on the substrate stage using the mark detection system and the location metering device in a control device, and performing a predetermined operation based on the positional information. Moreover, in a control unit, the positional information of the alignment mark which exists in the interior of said polygon on a substrate using a mark detection system and a location metering device is searched for on the system of coordinates of arbitration, for example, stage system of coordinates, and this is changed into the positional information in said attachment component system of coordinates. Thereby, even if it is the case where it becomes impossible for the location of for example, a substrate stage to manage temporarily, based on the measurement result and the positional information in said attachment component system of coordinates, the positional information of said alignment mark can be searched for with high dependability on new system of coordinates by measuring a reference mark again on new system of coordinates. Therefore, it becomes possible to always manage the location of a substrate with a sufficient precision, without causing enlargement of a substrate stage, and amplification of the footprint of equipment for the same reason as the above-mentioned.

[0024] In this case, although said each reference mark may be directly formed on the substrate stage, it was prepared around said substrate attachment component on said substrate stage like the aligner according to claim 10, and at least one of said the reference marks may be further equipped with two or more reference mark plates formed, respectively, for example.

[0025] In this case, suppose that said at least three reference marks distribute to said two or more reference mark plates for every measurement sequence by which they are used, and it is arranged like an aligner according to claim 11. It becomes possible to attain the miniaturization of the whole substrate stage and whole aligner with which the miniaturization of each reference mark plate, as a result a reference mark plate are arranged by distributing the marks which usually exist on a reference mark plate according to those measurement sequences in this case, maintaining the function.

[0026] In each aligner given in above-mentioned claims 10 and 11 like an aligner according to claim 12 the location of said substrate stage It is managed on the rectangular coordinate system by said location metering device. Said two or more reference mark plates The 1st mark plate extended long and slender to the 1st shaft orientations by which two or more reference marks have been arranged in accordance with the 1st shaft orientations on said rectangular coordinate system, Suppose that the 2nd mark plate extended long and slender is included in the 2nd shaft orientations by which two or more reference marks have been arranged in accordance with the 2nd shaft orientations which intersect perpendicularly with said 1st shaft orientations. It becomes possible to attain the miniaturization of each reference mark plate, as a result the miniaturization of the substrate stage where a reference mark plate is arranged by distributing the reference mark existing [ many ] according to those activity modes in this case, maintaining the function.

[0027] Moreover, when it was a scanning aligner and the 1st shaft orientations are made into the non-scanning direction of a substrate, the 1st mark plate by for example, the thing to which it is supposed that it has the shot area size on a substrate mostly, and has slight magnitude in a scanning direction about this direction It becomes possible to form a measurable reference mark on a reference mark plate simultaneously with both eyes by the mark detection system for masks of one pair of two eyes which measure the mask alignment mark formed in the ends of a mask. It becomes possible to form the reference mark which can perform scaling doubling of the interferometer which measures the location of a mask stage where the 2nd mark plate has shot area size mostly, and is performed in a non-scanning direction by considering as slight magnitude about this direction on the other hand using the one eye of said mark detection system for masks when the 2nd shaft orientations are made into the scanning direction of a substrate, and the interferometer which measures the location of a substrate stage on a reference mark plate.

[0028] In an aligner according to claim 9, it can be supposed like an aligner according to claim 13 that each of said at least three reference marks is formed in said substrate attachment component.

[0029] Invention according to claim 14 is an aligner which exposes a substrate (W1, W2) by the energy beam (IL), and forms a predetermined pattern on said substrate. The substrate stage which carries out two-



dimensional migration (WST1, WST2); the location of said substrate stage It is prepared on said substrate stage. the location metering device (16, 18, 44, 46, 48) to measure and; -- the substrate attachment component (H1, H2) which is laid on said substrate stage and holds said substrate, and; -- so that physical relationship with said substrate attachment component may become fixed It is related with said core on the straight line passing through the core of said substrate attachment component. The 1st reference mark and the 2nd reference mark which have been arranged in the opposite hand At least two included reference marks (Mh, Mi); said at least two reference marks The mark which exists on said substrate stage to include The mark detection system to detect (24a, 24b); they are the control unit (90) which performs the various measurement sequences which include the detection actuation which detects one or more of said at least two reference marks using said mark detection system and said location metering device, respectively, and an aligner equipped with;

[0030] Since the 1st reference mark and the 2nd reference mark are arranged in the opposite hand about the core on the straight line passing through the core of a substrate attachment component according to this, spacing between both reference marks can be taken to the die length of diameter extent of a substrate attachment component, constraint of a measurement span can be eased, and, thereby, improvement in measurement precision can be aimed at. Moreover, since the core of a substrate attachment component exists on the straight line which connects both reference marks, when searching for the core of a substrate attachment component based on the measurement result of the location of a reference mark, the central point is equivalent to the interpolation point of a reference mark location. It can ask for the attachment component system of coordinates which make the core of a substrate attachment component a zero with to some extent high reliability by following, for example, detecting the positional information of each reference mark established on the substrate stage using the mark detection system and the location metering device in a control device, and performing a predetermined operation based on the positional information. In a control unit, the positional information of the alignment mark which exists on said straight line on a substrate using a mark detection system and a location metering device Moreover, the system of coordinates of arbitration, For example, by asking on stage system of coordinates and changing this into the positional information in said attachment component system of coordinates For example, even if it is the case where it becomes impossible for the location of a substrate stage to manage temporarily By measuring a reference mark again on new system of coordinates, the positional information of said alignment mark can be searched for with high dependability on new system of coordinates based on the measurement result and the positional information in the system of coordinates on said substrate attachment component. Therefore, the same reason as the above-mentioned enables it to always manage the location of a substrate with a sufficient precision, without causing enlargement of a substrate stage, and amplification of the footprint of equipment. Moreover, two reference marks are able to compute easily the main coordinate and angle of rotation of a substrate attachment component from a symmetrical thing to the core of a substrate attachment component in this case, for example.

[0031] In this case, like an aligner according to claim 15, it is prepared around said substrate attachment component on said substrate stage, and suppose that it has further two or more reference mark plates with which either of said at least two reference marks was formed.

[0032] In this case, suppose that said at least two reference marks distribute to said two or more reference mark plates for every measurement sequence by which they are used, and it is arranged like an aligner according to claim 16.

[0033] In each aligner given in above-mentioned claims 15 and 16 like six equipments according to claim 17 the location of said substrate stage It is managed on the rectangular coordinate system by said location metering device. Said two or more reference mark plates The 1st mark plate extended long and slender to the 1st shaft orientations by which two or more reference marks which contain said 1st reference mark in accordance with the 1st shaft orientations on said rectangular coordinate system have been arranged, Suppose that the 2nd mark plate extended long and slender is included in the 2nd shaft orientations by which two or more reference marks which contain said 2nd reference mark in the 2nd shaft orientations which intersect perpendicularly with said 1st shaft orientations have been arranged.

[0034] In an aligner given in above-mentioned claim 14, it can be supposed like an aligner according to claim 18 that each of said at least two reference marks is formed at said substrate attachment component.

[0035] Moreover, in each aligner given in above-mentioned claims 14, 15, 16, and 18, like an aligner according to claim 19, the location of said substrate stage is managed on the rectangular coordinate system by said location metering device, and said straight line which connects said 1 reference mark and said 2nd reference mark can presuppose it that it has about 45-degree dip to both the axes of coordinates of said

rectangular coordinate system.

[0036] Since the straight line which connects the 1st reference mark and the 2nd reference mark has about 45-degree dip to the axis of coordinates of a rectangular coordinate system in this case, it becomes possible to measure a mark location in a precision equivalent about the direction of both axes of coordinates of a rectangular coordinate system.

[0037] In addition, it is not necessary to necessarily detect the positional information (for example, coordinate value on the rectangular coordinate system which specifies migration of a substrate stage) of a reference mark in detection actuation of the reference mark in the aligner concerning this invention. For example, it is also good to use a reference mark by detection of the positional information (relative-position relation with a reference mark etc. is included) of the mark formed in a mask or a mask stage, the optical properties (projection scale factor etc.) of a projection optical system, etc., matching with mask system of coordinates and substrate system of coordinates, etc. For example, it can ask for the projection scale factor of a projection optical system easily by detecting the relative-position relation between two or more marks formed in a mask or a mask stage, and two or more reference marks on the substrate stage corresponding to this or the physical relationship of two or more marks by the side of a mask stage, and the physical relationship of two or more reference marks by the side of a substrate stage. It can ask by detecting the relative-position relation between two or more marks by which matching with mask system of coordinates and substrate system of coordinates was also formed at intervals of predetermined along the predetermined direction on the mask or the mask stage, and two or more reference marks on the substrate stage corresponding to this.

[0038] Furthermore, the reference mark on a substrate stage contains the reference mark formed not only in the reference mark directly formed in a substrate stage, and the reference mark formed in the mark plate fixed to the substrate stage but in the mark plate fixed to a substrate attachment component or this by this invention.

[0039]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt of this invention is explained based on drawing 1 - drawing 4.

[0040] The outline configuration of the aligner 10 concerning this invention is shown in drawing 1. This aligner 10 is an aligner of the scan exposure mold of so-called step - and - scanning method.

[0041] This aligner 10 is mainly a scanning direction (here) about the illumination system 20 which illuminates the reticle R as a mask from the upper part by the exposure light IL, and said reticle R. The reticle drive system driven to consider as Y shaft orientations which are the space rectangular cross directions in drawing 1, Stage equipment equipped with the wafer stages WST1 and WST2 as a substrate stage where is arranged under the projection optical system PL arranged under said reticle R, and this projection optical system PL, holds the wafers W1 and W2 as a substrate, respectively, and it moves in the two-dimensional direction independently, And it has the control system which controls these each part.

[0042] Said illumination system 20 is constituted including the light source, the illuminance equalization optical system containing an optical integrator, the relay lens, the adjustable ND filter, the reticle blind, the dichroic mirror (all are un-illustrating), etc. so that it may be indicated by JP,10-112433,A, JP,6-349701,A (and U.S. Pat. No. 5,534,970 official report corresponding to this), etc. As an optical integrator, a fly eye lens, a rod integrator (internal reflection mold integrator), or a diffracted-light study component can be used.

[0043] The lighting field part of the shape of a slit specified in this illumination system 20 with the reticle blind on the reticle R on which the circuit pattern etc. was drawn is illuminated with an almost uniform illuminance by the exposure light IL as an energy beam. Here, as an exposure light IL, vacuum-ultraviolet light, such as far-ultraviolet light, such as KrF excimer laser light (wavelength of 248nm) and ArF excimer laser light (wavelength of 193nm), or F2 laser beam (wavelength of 157nm), etc. is used. As an exposure light IL, it is also possible to use the bright lines (g line, i line, etc.) of the ultraviolet area from an extra-high pressure mercury lamp.

[0044] Said reticle drive system is equipped with the reticle actuator containing the linear motor which is not illustrated [ which drives the movable reticle stage RST and this reticle stage RST in XY two-dimensional side along with the reticle base board 25 which holds Reticle R and is shown in drawing 1 ], and the reticle interferometer systems 28 as a mask side location metering device which manage the location of this reticle stage RST.

[0045] When this is explained further in full detail, a reticle stage RST Floatation support is actually carried out on the reticle base board 25 through a non-illustrated non-contact bearing, for example, vacuum



precompression mold gas static pressure bearing equipment. With a non-illustrated linear motor The reticle coarse adjustment stage driven in the predetermined stroke range to Y shaft orientations which are scanning directions, It is constituted from the reticle jogging stage by which very small actuation is carried out by the drive which consists of a voice coil motor etc. to this reticle coarse adjustment stage in X shaft orientations, Y shaft orientations, and the direction (hand of cut of the circumference of the Z-axis) of the  $\theta$ . Adsorption maintenance of the reticle R is carried out through non-illustrated an electrostatic chuck or a vacuum chuck on this reticle jogging stage. In addition, although the graphic display is omitted, the reaction force generated by migration of a reticle coarse adjustment stage is eliminated by carrying out relative displacement of the needle and stator of a linear motor for driving a reticle coarse adjustment stage to the reverse sense mutually to the reticle base board 25 as indicated by JP,8-63231,A (and U.S. Pat. No. 6,246,204 corresponding to this) etc.

[0046] As mentioned above, actually, although a reticle stage RST consists of two stages, it explains a reticle stage RST for convenience below as what is the single stage where a very small revolution of very small actuation of the X-axis and Y shaft orientations and the direction of the  $\theta$  and scan actuation of Y shaft orientations are made by the non-illustrated reticle actuator.

[0047] As shown on a reticle stage RST at drawing 2, the parallel plate migration mirror 39 which changes from the same raw materials (for example, ceramic etc.) as a reticle stage RST to the edge by the side of one of X shaft orientations (+X side) is installed by Y shaft orientations, and the reflector is formed in the field by the side of one of X shaft orientations of this migration mirror 39 of mirror plane processing. The interferometer beam from the interferometer shown by length measurement shaft BI6X which constitutes the interferometer systems 28 of drawing 1 towards the reflector of this migration mirror 39 is irradiated, and the location of a reticle stage RST is measured in that interferometer by receiving that reflected light and measuring the relative displacement over a datum plane. Here, the interferometer which has this length measurement shaft BI6X has two independently measurable interferometer optical axes actually, and location measurement of X shaft orientations of a reticle stage RST and measurement of the amount of yawing ( $\theta$  rotation) are possible for it. The interferometer which has this length measurement shaft BI6X is used in order to carry out the roll control of the reticle stage RST to reticle in the direction which cancels a relative revolution (rotational error) of a wafer based on the yawing information and X positional information of the wafer stage WST1 (or WST2) from an interferometer 16 (or 18) (refer to drawing 3) which have length measurement shaft BI1X by the side of the wafer stage mentioned later (or BI2X) or to perform alignment of the reticle of the direction of X, and a wafer.

[0048] On the other hand, the cube-corner-reflector mirrors 35A and 35B of a couple are installed in the 1 side (space near side in drawing 1) of Y shaft orientations which are scanning directions (the scanning direction) of a reticle stage RST. And the interferometer beam shown in drawing 2 by length measurement shaft BI7Y and BI8Y to these cube-corner-reflector mirrors 35A and 35B is irradiated from the double pass interferometer of a non-illustrated couple. These interferometer beams are returned to the non-illustrated reflector established on the reticle base board 25 from the cube-corner-reflector mirrors 35A and 35B. And each reflected light reflected in the non-illustrated reflector is received with return and each double pass interferometer in the same optical path, and the relative displacement from the criteria location (it is a reflector on said reticle base board 25 at a reference position) of each cube-corner-reflector mirror 35A and 35B is measured. And the measurement value of these double pass interferometers is supplied to the stage control device 70 (refer to drawing 1), for example based on the average value, the location of Y shaft orientations of a reticle stage RST is computed by the stage control device 70, and the calculation result is supplied to a main control unit 90. The information on Y shaft-orientations location measured with a double pass interferometer is used for the reticle of calculation of the relative position of the reticle stage RST and the wafer stage WST1 (or WST2) based on the measurement value of the Y-axis interferometer 46 (refer to drawing 3) which has length measurement shaft BI2Y by the side of the wafer mentioned later, and the scanning direction at the time of the scan exposure based on this (Y shaft orientations), and the synchronous control of a wafer.

[0049] That is, the reticle interferometer systems 28 of drawing 1 are constituted from this operation gestalt by the double pass interferometer of a couple shown by the interferometer shown by length measurement shaft BI6X and length measurement shaft BI7Y, and BI8Y.

[0050] In addition, it is necessary to use properly the raw material of the glass substrate which constitutes Reticle R according to the light source to be used. For example, when it is necessary to use the synthetic quartz (fluorine dope quartz) which fluoride crystals, such as a fluorite, and magnesium fluoride, lithium fluoride, or hydroxyl-group concentration is 100 ppm or less, and contains a fluorine in using the vacuum-



ultraviolet light sources, such as F2 laser light source, as the light source and uses an ArF excimer laser or a KrF excimer laser, it is also possible to use synthetic quartz besides each above-mentioned matter.

[0051] As said projection optical system PL, it consists of two or more lens element which has the common optical axis of Z shaft orientations, and the dioptric system which has a predetermined cutback scale factor,  $1/5$  [ for example, ], or  $1/4$  by the both-sides tele cent rucksack is used here. For this reason, the passing speed of the scanning direction of the wafer stage at the time of scan exposure of step - and - scanning method is set to  $1/5$  of the passing speed of a reticle stage, or  $1/4$ .

[0052] Said stage equipment is equipped with two wafer stages WST1 and WST2 arranged above the base board 12, the stage drive system which drives these wafer stages WST1 and WST2, and the interferometer systems as a location metering device which measures the location of the wafer stages WST1 and WST2 as shown in drawing 1 . Floatation support of the wafer stages WST1 and WST2 is carried out through predetermined path clearance through the non-illustrated non-contact bearing (it is hereafter called an "air pad"), for example, a vacuum precompression mold air static pressure bearing, above the base board 12. And the wafer stages WST1 and WST2 have composition which can be independently driven in the two-dimensional direction to X shaft orientations (space longitudinal direction in drawing 1 ) as the 1st shaft orientations, and Y shaft orientations (the space rectangular cross direction in drawing 1 ) as the 2nd shaft orientations by the stage drive system.

[0053] If this is explained further in full detail, the non-illustrated air pad is prepared in the base of the wafer stages WST1 and WST2 at two or more places, and where spacing of about several micrometers is maintained by balance of air \*\*\*\*\* of these air pads, and a vacuum precharge pressure, floatation support is carried out on the base board 12.

[0054] On the base board 12, as shown in the top view of drawing 3 , the X-axis linear guides (for example, it consists of the magnetic pole unit having a permanent magnet) 86 and 87 of the couple prolonged in X shaft orientations separate predetermined spacing to Y shaft orientations, and are arranged. Above these X-axis linear guides 86 and 87, floatation support of two movable sliders 82 and 84 each, and 83 and 85 is carried out through about several micrometers path clearance respectively through the non-illustrated air pad along with the X shaft each linear guide concerned. A total of four sliders 82, 84, 83, and 85 have a cross-section inverted-L-shaped configuration which surrounds the X-axis linear guide 86 or 87 from the upper part and the side, and build the armature coil in the interior, respectively. That is, the X-axis linear motor of a moving coil type is constituted from this operation gestalt by the sliders (armature unit) 82 and 84 and the X-axis linear guide 86 which contain an armature coil, respectively, respectively. The X-axis linear motor of a moving coil type is similarly constituted by sliders (armature unit) 83 and 85 and the X-axis linear guide 87, respectively. Each of the four above-mentioned X-axis linear motors shall be suitably called the X-axis linear motor 82, the X-axis linear motor 84, the X-axis linear motor 83, and the X-axis linear motor 85 to below using the same sign as the sliders 82, 84, 83, and 85 which constitute each needle.

[0055] Two [ 82 and 83 ] of the four above-mentioned X-axis linear motors (slider) 82-85, i.e., X-axis linear motors, are being fixed to the end and the other end of a longitudinal direction of the Y-axis linear guide (for example, it consists of the armature unit having an armature coil) 80 which are prolonged in Y shaft orientations, respectively. Moreover, remaining two X-axis linear motors 84 and 85 are being fixed to the end and the other end of the same Y-axis linear guide 81 which are prolonged in Y shaft orientations. Therefore, the Y-axis linear guides 80 and 81 are driven along with the X-axis, respectively with a pair each of X-axis linear motors 82, 83, 84, and 85.

[0056] The magnetic pole unit (graphic display abbreviation) which has a permanent magnet is prepared in the pars basilaris ossis occipitalis of the wafer stage WST1, and the Y-axis linear motor of the MUBINGU magnet mold which drives the wafer stage WST1 to Y shaft orientations with this magnetic pole unit and one Y-axis linear guide 80 is constituted. Moreover, the magnetic pole unit (graphic display abbreviation) which has a permanent magnet is prepared in the pars basilaris ossis occipitalis of the wafer stage WST2, and the Y-axis linear motor of the MUBINGU magnet mold which drives the wafer stage WST2 to Y shaft orientations with this magnetic pole unit and the Y-axis linear guide 81 of another side is constituted. These Y-axis linear motors shall be suitably called the Y-axis linear motor 80 and the Y-axis linear motor 81 to below using the same sign as the linear guides 80 and 81 which constitute each stator.

[0057] Moreover, each of said X-axis linear motors 82-85 and the Y-axis linear motors 80 and 81 is controlled by this operation gestalt by the stage control unit 70 shown in drawing 1 .

[0058] In addition, control of yawing of the wafer stage WST1 (or WST2) is possible by changing slightly the thrust which the X-axis linear motors 82 and 83 (84 or 85) of a couple generate, respectively.

[0059] On return and said wafer stage WST1, the wafer holder H1 as a substrate attachment component is

formed at drawing 1 . As shown in drawing 4 , two or more formation of the heights 72 from which a path differs is carried out by the concentric circle on the top face of this wafer holder H1, and adsorption maintenance of the wafer W1 is carried out by the vacuum suction force of a non-illustrated vacuum pump on the wafer holder H1 through the attraction hole which is not illustrated [ which was prepared in the base of the slot formed between / these / heights 72 ].

[0060] Moreover, as shown in drawing 4 , four reference mark plates FMa, FMb, FMc, and FMD with which the reference mark was formed in the predetermined location (the top-most-vertices location of the square of the outside of the wafer holder H1 near [ In more detail ]) of the periphery of this wafer holder H1, respectively are arranged so that that front face and front face of a wafer W1 may serve as the same height. These reference mark plates FMa, FMb, FMc, and FMD are being fixed to the wafer holder H1 in one respectively through the reference mark plate attaching parts 33a, 33b, 33c, and 33d. That is, it sets constant the physical relationship of the reference mark plates FMa, FMb, FMc, and FMD and the wafer holder H1.

[0061] As shown in drawing 4 , the reference marks Ma1 and Ma2 of a couple separate predetermined spacing to X shaft orientations, and are formed in said reference mark plate FMa top face. These reference marks Ma1 and Ma2 are simultaneously arranged in the measurable location with the both eyes of the RA microscopes 41 and 42 (refer to drawing 1 ) of 2 eye couple mentioned later. The reference mark plate FMa with which these reference marks Ma1 and Ma2 were formed has the shot area size on a wafer W1 mostly about X shaft orientations, and is made into the configuration of a plane view rectangle of having the magnitude which is extent which a reference mark can draw, about Y shaft orientations.

[0062] Moreover, on the reference mark plate FMb, predetermined spacing is separated to Y shaft orientations, and three reference marks Mb1, Mb2, and Mb3 are formed. These reference marks Mb1, Mb2, and Mb3 are marks for performing the so-called scaling measurement between [ which measures the location of the reticle stage RST performed at the time of the so-called base-line measurement, and the wafer stage WST1, respectively ] interferometers, i.e., the alignment check at the time of relative scan actuation. The reference mark plate FMb with which these reference marks Mb1, Mb2, and Mb3 were formed has the shot area size on a wafer W1 about Y shaft orientations, and is made into the configuration of a plane view rectangle of having the magnitude which is extent which a reference mark can draw, about X shaft orientations.

[0063] Moreover, on the remaining reference mark plate FMc and FMD, reference marks Mc and Md are formed, respectively. These reference marks Mc and Md are marks used when asking for the revolution of the core of the wafer holder H1, and the wafer holder H1 etc. with a least square method. In addition, the various measurement approaches using each reference mark formed on each above-mentioned reference mark plate are explained in full detail behind.

[0064] since [ in this case, ] the reference mark plates FMa, FMb, FMc, and FMD are formed in the top-most-vertices location of a square (almost square) including the core of the wafer holder H1 -- the inside of the field of that square (field EA surrounded by the dotted line in drawing 4 ) -- a wafer W1 -- the whole surface is included mostly. About this reason, it mentions later.

[0065] X migration mirror 96a which has the reflector which intersects perpendicularly with the end (-X side edge) of X shaft orientations at the X-axis is installed in the top face of the wafer stage WST1 by Y shaft orientations, and Y migration mirror 96b which has the reflector which intersects perpendicularly with the end (+Y side edge) of Y shaft orientations at a Y-axis is installed in it by X shaft orientations. In each reflector of these migration mirrors 96a and 96b By being projected on the interferometer beam (length measurement beam) from the interferometer which has the predetermined length measurement shaft which constitutes the interferometer systems mentioned later, and receiving the reflected light with each interferometer, as shown in drawing 2 and drawing 3 The variation rate from the criteria location (generally a fixed mirror is arranged on a projection optical system PL side face and the side face of an alignment system, and let that be a datum plane) of each migration mirror reflector is measured, and, thereby, the two-dimensional location of the wafer stage WST1 is measured.

[0066] Although the configuration of the wafer stage WST2 of another side is bilateral symmetry, it is the same as that of the wafer stage WST1 mentioned above.

[0067] That is, on the wafer stage WST2, as shown in drawing 1 , vacuum adsorption of the wafer W2 is carried out through the non-illustrated vacuum chuck through the wafer holder H2 as a substrate attachment component. As the wafer holder H2 is fundamentally constituted like the wafer holder H1 mentioned above and it is mostly shown to position relation and a concrete target by the part of the perimeter at drawing 2 and drawing 3 at the location of each top-most vertices of a square-like square four -- a \*\* -- a reference mark -- a plate -- FMa -- ' -- FMb -- ' -- FMc -- ' -- FMD -- ' -- respectively -- arranging -- having -- a reference mark



-- a plate -- an attachment component -- respectively -- minding -- a wafer -- a holder -- H -- two -- unifying -- having -- \*\*\*\* . these -- a reference mark -- a plate -- FMa -- ' -- FMb -- ' -- FMc -- ' -- FMd -- ' -- a top face -- a wafer -- a holder -- H -- two -- a top -- laying -- having -- a wafer -- W -- two -- a front face -- being the same -- height -- becoming -- as -- setting up -- having -- \*\*\*\* . Moreover, the migration mirrors 96c and 96d are installed in the top face of the wafer stage WST2, respectively. As shown in these migration mirrors 96c and 96d at drawing 2, it is projected on the interferometer beam from the interferometer which has the predetermined length measurement shaft which constitutes the interferometer systems mentioned later, and the two-dimensional location of the wafer stage WST2 is measured by receiving the reflected light with each interferometer.

[0068] In addition, since "" is attached to the reference mark plate on the wafer stage WST1, and the sign attached on the wafer stage WST1 about the corresponding thing and the reference mark plate on the wafer stage WST2 is shown, in the following explanation for convenience also about a reference mark, like a reference mark plate, "" shall be attached and it shall explain to drawing 2 and drawing 3 , so that it may be shown.

[0069] The alignment systems 24a and 24b of the off-axis (off-axis) method which had the same function as the both sides of return and X shaft orientations of said projection optical system PL in drawing 1 are installed in the location which only the same distance separated from the optical axis (the projection core of a reticle pattern image, and coincidence) of a projection optical system PL, respectively. As these alignment systems 24a and 24b, the broadband detection flux of light which does not expose the resist on a wafer is irradiated at an object mark, the image of the object mark in which image formation was carried out to the light-receiving side by the reflected light from the object mark, and the image of the index of not illustrating are picturized using an image sensor (CCD) etc., and the microscope of the FIA (Filed Image Alignment) system of the image-processing method which outputs those image pick-up signals is used here. It is possible to perform X of the reference mark on a reference mark plate and the alignment mark on a wafer and location measurement of the Y two-dimensional direction based on the output of these alignment systems 24a and 24b.

[0070] in addition -- as the alignment systems 24a and 24b -- not only a FIA system -- for example, it is independent about the alignment sensor which irradiate a coherent detection light at an object mark, and the two diffracted lights (for example, this degree) which detect the scattered light or the diffracted light generated from the object mark, or are generated from the object mark are made to interfere, and is detected -- it is -- it combines suitably and, of course, uses -- it is possible.

[0071] Alignment system 24a is used for location measurement of the reference mark formed on each reference mark plate on the alignment mark on the wafer W1 held on the wafer stage WST1, and the wafer stage WST1 etc. with this operation gestalt. Moreover, alignment system 24b is used for location measurement of the reference mark formed on each reference mark plate on the alignment mark on the wafer W2 held on the wafer stage WST2, and the wafer stage WST2 etc.

[0072] the wave signal which A/D conversion of the information from these alignment systems 24a and 24b was carried out by the alignment control device 60, and was digitized -- data processing -- carrying out -- the mark location 24a and 24b, i.e., alignment systems, -- the positional information of the mark for detection on the basis of each index core is detected. A detection result is sent to a main control unit 90 from the alignment control unit 60, and the synchronous location amendment at the time of exposure etc. is directed to the stage control unit 70 by the main control unit 90 according to the detection result.

[0073] Next, the interferometer structure of a system which manages the location of the wafer stages WST1 and WST2 is explained, referring to drawing 1 - drawing 4 .

[0074] As shown in these drawings, the projection core (optical axis AX) and alignment system 24a of a projection optical system PL, In migration mirror 96a prepared in the X shaft-orientations 1 side of wafer stage WST1 top face in accordance with the 1st shaft (X-axis) passing through each detection core (optical axis SXa and SXb) of 24b The interferometer beam shown by length measurement shaft BI1X from the X-axis interferometer 16 of drawing 1 is irradiated. Similarly, the interferometer beam shown by length measurement shaft BI2X from the X-axis interferometer 18 of drawing 1 is irradiated by migration mirror 96c prepared in the side besides X shaft orientations of wafer stage WST2 top face in accordance with the 1st shaft. And in interferometers 16 and 18, by receiving these reflected lights, the relative displacement from the criteria location of each reflector is measured, and X shaft-orientations location of the wafer stages WST1 and WST2 is measured. Here, as shown in drawing 2 , interferometers 16 and 18 are 3 shaft interferometers which have three opticals axis each, and measurement of the rotation (the amount of rolling) of the circumference of a Y-axis and the rotation (the amount of yawing) of the circumference of the Z-axis



is possible for them in addition to measurement of X shaft orientations of the wafer stages WST1 and WST2. The output value of each optical axis can be independently measured now. In addition, in old explanation, although explanation as if both the wafer stages WST1 and WST2 were single stages was given, the wafer stages WST1 and WST2 are both actually equipped with the wafer table carried in the upper part of the stage body driven, respectively and this stage body through non-illustrated Z and a leveling drive by the Y-axis motors 80 and 81. And the migration mirror is being fixed to the wafer table, respectively. Therefore, the monitor of all the amounts of actuation at the time of tilt control of the wafer table on which Wafer W was laid can be carried out by the interferometer 16 and 18 grades.

[0075] Although both the wafer stages WST1 and WST2 are constituted by two or more components, such as a stage body and a wafer table, like \*\*\*\*, in the following, the wafer stages WST1 and WST2 are explained in the 5 degree-of-freedom directions except the hand of cut (the direction of thetaz) of the circumference of the Z-axis from on [ of explanation ] expedient as what is a movable single stage. Of course, a wafer stage may be movable in the 6 degree-of-freedom directions including the direction of thetaz.

[0076] In addition, each interferometer beam of length measurement shaft BI1X and length measurement shaft BI2X The migration mirrors 96a and 96c of the wafer stages WST1 and WST2 are always hit [ therefore ] throughout the successive range of the wafer stages WST1 and WST2. About X shaft orientations The location of the wafer stages WST1 and WST2 is managed also based on the measurement value of length measurement shaft BI1X and length measurement shaft BI2X or the times of any, such as the time of the activity of the alignment systems 24a and 24b, at the time of the exposure using a projection optical system PL.

[0077] Moreover, the Y-axis interferometer 46 which has length measurement shaft BI2Y which crosses at right angles to the X-axis focusing on projection of a projection optical system PL with this operation gestalt as shown in drawing 2 and drawing 3 , Length measurement shaft BI1Y which intersects the X-axis vertically focusing on each detection of the alignment systems 24a and 24b, respectively, When [ this ] the Y-axis interferometers 44 and 48 which have BI3Y, respectively are formed, for the direction location measurement of Y of the wafer stages WST1 and WST2 at the time of the exposure using a projection optical system PL The measurement value based on [ of a projection optical system PL / 46 ] projection (i.e., the interferometer of length measurement shaft BI2Y which passes an optical axis AX) is used. In the direction location measurement of Y of the wafer stage WST1 at the time of the activity of alignment system 24a The measurement value based on [ of alignment system 24a / 44 ] detection (i.e., the interferometer of length measurement shaft BI1Y which passes an optical axis SXa) is used. The measurement value based on [ of alignment system 24b / 48 ] detection (i.e., the interferometer of length measurement shaft BI3Y which passes an optical axis SXb) is used for the direction location measurement of Y of the wafer stage WST2 at the time of an alignment system 24b activity.

[0078] Therefore, although the interferometer length measurement shaft of Y shaft orientations will separate according to each service condition from the migration mirrors [ 96b and 96d ] reflector established in the wafer stage WST1 and WST2 top face Since it does not separate from at least one length measurement shaft, i.e., length measurement shaft BI1X mentioned above, and BI2X from the migration mirrors 96a and 96c of each wafer stage WST1 and WST2 The interferometer optical axis to be used can reset the interferometer by the side of Y in the proper location which entered on the reflector.

[0079] In addition, as shown in drawing 2 , each interferometers 44, 46, and 48 for the above-mentioned Y measurement are biaxial interferometers which have two opticals axis each, and measurement of the rotation (the amount of pitching) of the circumference of the X-axis is possible for them in addition to measurement of Y shaft orientations of the wafer stages WST1 and WST2. The output value of each optical axis can be independently measured now.

[0080] The interferometer systems which manage the two-dimensional coordinate location of the wafer stages WST1 and WST2 are constituted from this operation gestalt by a total of five interferometers of two X-axis interferometers 16 and 18 and three Y-axis interferometers 44, 46, and 48.

[0081] Moreover, with this operation gestalt, while one side of the wafer stages WST1 and WST2 is performing the exposure sequence, another side performs wafer exchange and a wafer alignment sequence, so that it may mention later, but based on the output value of each interferometer, migration of the wafer stages WST1 and WST2 is managed by the stage control device 70 according to the command of a main control unit 90 so that there may be no interference of both stages in this case.

[0082] Furthermore, in the aligner 10 of this operation gestalt, as shown in drawing 1 , the reticle alignment microscopes (it is hereafter called "RA microscope" for convenience) 41 and 42 of the couple which

consists of the TTR (Through The Reticle) alignment optical system using the exposure wavelength for observing simultaneously the reticle marks RM1 and RM2 on Reticle R and the mark of a reference mark plate through a projection optical system PL are formed above Reticle R. The detecting signal of these RA microscopes 41 and 42 is supplied to a main control unit 90 through the alignment control unit 60. In this case, if the deflection mirrors 31 and 32 for leading the detection light from Reticle R to the RA microscopes 41 and 42, respectively are arranged free [ migration ] and an exposure sequence is started, the deflection mirrors 31 and 32 will shunt with a non-illustrated mirror driving gear under the command from a main control unit 90, respectively. In addition, the configuration equivalent to the RA microscopes 41 and 42 is indicated by JP,7-176468,A (and U.S. Pat. No. 5,646,413 corresponding to this) etc. at the detail. [0083] Moreover, although the graphic display is omitted, the auto-focusing / auto leveling measuring machine style for investigating a focus location (henceforth a "AF/AL system") are prepared in each of a projection optical system PL and the alignment systems 24a and 24b. Among this, the AF/AL system prepared in the projection optical system PL is prepared in order to detect whether the exposure side of a wafer (W1 or W2) has agreed within the limits of the depth of focus of the image surface of a projection optical system PL (is it focusing or not?). This is because it is required for the pattern formation side on Reticle R and the exposure side of a wafer (W1 or W2) to be always conjugate about a projection optical system PL, in order to imprint the pattern on Reticle R on a wafer (W1 or W2) by scanning exposure at accuracy. With this operation gestalt, the so-called multipoint focal location detection system indicated by JP,6-283403,A (and U.S. Pat. No. 5,448,332 corresponding to this) etc. is used as this AF/AL system. [0084] Moreover, the AF/AL system prepared in the alignment system is constituted similarly, and highly precise alignment measurement is attained by performing location measurement of an alignment mark, performing auto-focusing / auto leveling by measurement of the same AF/AL system as the time of exposure, and control at the time of measurement of the alignment sensor by the alignment systems 24a and 24b.

[0085] As shown in drawing 1 , the control system of an aligner 10 consists of a microcomputer (or workstation) etc., and the stage control device 70 and alignment control-device 60 grade which the main control unit 90 as a control device which controls the whole equipment in generalization, and the subordinate of this main control unit 90 have are constituted as a core.

[0086] Next, wafer alignment actuation is explained as a core about concurrent processing on two wafer stages WST [ WST1 and ] 2 in the aligner 10 applied to this operation gestalt focusing on actuation of each part of a configuration of the control system shown in drawing 1 .

[0087] Here, as shown in drawing 2 , when exposure actuation is performed to a wafer W2 by the wafer stage WST2 side and alignment actuation of a wafer W1 is performed by the wafer stage WST1 side in parallel to this, explanation is started from from. In addition, although not illustrated in the front face of wafers W1 and W2, many shot fields (partition field) shall be formed in X shaft orientations and Y shaft orientations in the predetermined pitch, and the predetermined circuit pattern, and the X-axis wafer mark and Y-axis wafer mark for alignment shall be formed in each shot field of the semi-conductor production process till then, respectively. Each [ these ] wafer mark shall be named an "alignment mark" generically below.

[0088] a. By the wafer stage WST2 side, exposure is first performed as follows to a wafer W2. Namely, the stage control unit 70 responds to the command given based on the alignment result performed in advance like the alignment actuation to the wafer W1 later mentioned from a main control unit 90. Carrying out the monitor of the measurement value of the interferometer 46 which has length measurement shaft BI2Y of interferometer systems, and the interferometer 18 which has length measurement shaft BI2X The X-axis linear motors 84 and 85 and the Y-axis linear motor 81 are controlled, and the wafer stage WST2 is moved to the scan starting position for exposure of the 1st shot field of a wafer W2 (acceleration starting position).

[0089] b. Next, in the stage control device 70, according to directions of a main control unit 90, the relative scan of Y shaft orientations with Reticle R, Wafer W2 RST, i.e., a reticle stage, and the wafer stage WST2 is started, if both RST and WST2 reach each target scan speed and reach a uniform synchronous condition, the pattern space of Reticle R will begin to be illuminated by the ultraviolet pulsed light from an illumination system 20, and scan exposure will be started. The above-mentioned relative scan is performed by controlling a reticle actuator and the X-axis linear motors 84 and 85, and the Y-axis linear motor 81, the stage control unit 70 carrying out the monitor of the measurement value of an interferometer which has length measurement shaft BI7Y of the measurement value of interferometers 46 and 18 which has length measurement shaft BI2Y of the interferometer systems mentioned above, and BI2X, respectively, and the reticle interferometer systems 28, BI8Y, and BI6X, respectively.



[0090] c. Although it directs to a non-illustrated laser control device and pulse luminescence is made to start in a main control unit 90 when both the stages RST and WST2 reach each target scan speed in advance of initiation of this scan exposure, the synchronous control of the migration of the movable reticle blind within an illumination system 20 of a predetermined blade is carried out to migration of a reticle stage RST through the non-illustrated blind driving gear by the stage control device 70. It is the same as that of the usual scanning stepper that the exposure of the ultraviolet pulsed light to the outside of the pattern space on Reticle R is prevented by this.

[0091] d. The stage control device 70 carries out the synchronous control of a reticle stage RST and the wafer stage WST2 through a reticle actuator and the X-axis linear motors 84 and 85, and the Y-axis linear motor 81. In that case, especially, at the time of the above-mentioned scan exposure, a synchronous control is performed so that the passing speed  $V_r$  of Y shaft orientations of a reticle stage RST and the passing speed  $V_w$  of Y shaft orientations of the wafer stage WST2 may be maintained by the velocity ratio according to the projection scale factor (1/4 time or 1/5 time) of a projection optical system PL.

[0092] The driving gear which carries out the synchronized drive of a reticle stage RST and the wafer stage WST2 is constituted from this operation gestalt by the reticle actuator and the X-axis linear motors 84 and 85 which are controlled by the stage control device 70 and this, and the Y-axis linear motor 81 so that clearly from the above-mentioned explanation. The driving gear which similarly carries out the synchronized drive of a reticle stage RST and the wafer stage WST1 with the reticle actuator and the X-axis linear motors 82 and 83 which are controlled by the stage control device 70 and this, and the Y-axis linear motor 80 is constituted.

[0093] e. And the field where the pattern spaces of Reticle R differ is serially illuminated by ultraviolet pulsed light, and when the lighting to the whole pattern space surface is completed, scan exposure of the 1st shot field on a wafer W2 is completed. Thereby, the cutback imprint of the pattern of Reticle R is carried out to the 1st shot field through a projection optical system PL.

[0094] f. Moreover, in a non-illustrated blind driving gear, the synchronous control of the migration of a movable reticle blind of a predetermined blade is carried out to migration of a reticle stage RST based on the directions from the stage control device 70 that the exposure of the ultraviolet pulsed light to the outside of the pattern space on the reticle R immediately after scan exposure termination should be shaded.

[0095] g. After scan exposure of the 1st shot field is completed as mentioned above, based on the directions from a main control unit 90, through the X-axis linear motors 84 and 85 and the Y-axis linear motor 81, step migration is carried out and the wafer stage WST2 is moved to X and Y shaft orientations by the stage control unit 70 in the scan starting position for exposure of the 2nd shot field (acceleration starting position). the measurement value of interferometers 46 and 18 which has length measurement shaft BI2Y of interferometer systems, and length measurement shaft BI2X with the stage control unit 70, respectively in the case of this stepping -- being based -- the location of the direction of X [ of the wafer stage WST2 ], Y, and thetas -- a variation rate is measured on real time. this measurement result -- being based -- the stage control device 70 -- XY location of the wafer stage WST2 -- the location of the wafer stage WST2 is controlled so that a variation rate will be in a predetermined condition. moreover -- the stage control device 70 -- the information on the variation rate of the direction of thetas of the wafer stage WST2 -- being based -- a reticle actuator -- controlling -- the revolution by the side of the wafer -- the roll control of the reticle stage RST (reticle jogging stage) is carried out so that the error of a variation rate may be compensated.

[0096] h. And according to directions of a main control unit 90, actuation of each part is controlled by the stage control unit 70 and the non-illustrated laser control unit like \*\*\*\*, and the same scan exposure as the above is performed to the 2nd shot field on a wafer W2 by them.

[0097] i. Thus, stepping actuation for scan exposure of the shot field on a wafer W2 and shot [ degree ] field exposure is performed repeatedly, and the sequential imprint of the pattern of Reticle R is carried out to the shot field for exposure on a wafer W2.

[0098] In addition, control of the addition light exposure which should be given to each point on a wafer during the above-mentioned scan exposure is performed by controlling at least one of the pulse energy per [ which is outputted through the stage control unit 70 or a non-illustrated laser control unit from the oscillation frequency (pulse repetition frequency) of the non-illustrated light source, and the light source ] one pulse, the rate of dimming of the dimming section within an illumination system 20, and the scan speeds of a wafer stage and a reticle stage by the main control unit 90.

[0099] Furthermore, in a main control unit 90, when amending the migration starting position (synchronous location) of a reticle stage and a wafer stage at the time of scan exposure, amendment of the stage location according to the amount of amendments is directed to the stage control device 70 which carries out



migration control of each stage, for example.

[0100] It carries out like above-mentioned a. - i., and alignment actuation of a wafer W1 is performed as follows by the wafer stage WST1 side in parallel to exposure being performed by step - and - scanning method to a wafer W2.

[0101] (1) As a premise, the wafer stage WST1 in which the wafer W1 was laid shall be located under the alignment system 24a (refer to drawing 2 ). At this time, as shown in drawing 2 , the location of the wafer stage WST1 is measured by the interferometers 44 and 16 which have length measurement shaft BI1Y and BI1X, respectively, and is measured and managed on system of coordinates at the time of the alignment which makes a zero length measurement shaft BI1Y and alignment system 24a specified by BI1X. Here, the positional information measured is supplied to a main control unit 90 through the stage control unit 70.

[0102] (2) Next, control migration of the wafer stage WST1 by the main control unit 90 through the stage control device 70 to position four reference marks Ma1, Mb2, Mc, and Md in the detection visual field of alignment system 24a one by one among each reference mark formed in four reference mark plate FMa-FMd prepared in about wafer holder H1. Thereby, at every positioning, the amount of location gaps of X shaft orientations of reference marks Ma1, Mb2, Mc, and Md and Y shaft orientations (the amount of location gaps to the index mark inside alignment system 24a) is measured by the alignment control unit 60 through alignment system 24a, and the measurement result is sent to a main control unit 90. In a main control unit 90, based on the amount of location gaps of each reference mark, and the positional information (measurement value of interferometers 44 and 16) of the wafer stage WST1 at the time of each measurement, the coordinate value of the reference marks Ma1, Mb2, Mc, and Md in system of coordinates is calculated at the time of the above-mentioned alignment, and it memorizes in memory.

[0103] (3) Next, make it be completely the same as that of the time of calculating the coordinate value of the above-mentioned reference marks Ma1, Mb2, Mc, and Md in a main control unit 90. At least three shot fields on a wafer W1 (in accuracy) The direction of X of each alignment mark established in each of at least three shot fields included inside the field EA of the square shown in drawing 4 mentioned above, The X coordinate of each alignment mark on system of coordinates and a Y coordinate are computed at the time of alignment from the coordinate (measured by interferometers 16 and 44) of the wafer stage WST1 at the time of measurement of the amount of location gaps of the direction of Y, and each measurement.

[0104] (4) Next, in a main control unit 90, from the coordinate of the about [ wafer holder H1 ] reference marks Ma1, Mb2, Mc, and Md measured in the top, compute the main coordinate and angle of rotation  $\theta_1$  of the wafer holder H1 with a least square method, and determine the system of coordinates (it is hereafter called "holder system of coordinates") of the wafer holder H1 with which only the include angle  $\theta_1$  rotated XY rectangular coordinate system which makes the main coordinate a zero.

[0105] With a main control unit 90, at the time of the alignment of the alignment mark on a wafer W1, after that (5) The coordinate (actual measurement) on system of coordinates So that it may change into the coordinate on holder system of coordinates and may be indicated by JP,61-44429,A (and U.S. Pat. No. 4,780,617 corresponding to this) etc., using the coordinate after conversion The array coordinate ( $X_i$ ,  $Y_i$ ) of the i-th shot field on a wafer W1 is determined using the model type of statistics processing of an enhanced global alignment (EGA) method.

[0106] Here, the alignment mark of the shot field belonging to the interior of the field EA of the square specified by the reference marks Ma1, Mb2, Mc, and Md for determining holder system of coordinates is chosen and measured. For this reason, even if it changes the position coordinate of these alignment mark into the coordinate on holder system of coordinates, it can be dealt with as what has high dependability. Therefore, the array coordinate ( $X_i$ ,  $Y_i$ ) determined from those coordinate values is reliable. That is, it is thought that only an error comparable as the measurement error of reference marks Ma1, Mb2, Mc, and Md is included.

[0107] The above-mentioned array coordinate ( $X_i$ ,  $Y_i$ ) is also the relative-position information on each shot field of a wafer W1 over the wafer holder H1, and the array coordinate ( $X_i$ ,  $Y_i$ ) is memorized by the memory in a main control unit 90. In addition, since it is premised on the rotational error of the wafer holder H1 remaining to the X-axis and a Y-axis with this operation gestalt, the system of coordinates of the wafer holder H1 will rotate to the X-axis and a Y-axis.

[0108] Moreover, since the alignment light of the broadband (broadband) of non-exposing wavelength is used for alignment system 24a, both the reference marks Ma1, Mb2, Mc, and Md and an alignment mark are measured by high degree of accuracy. In addition, in order to measure promptly the core and angle of rotation of the wafer holder H1, it is also good to measure the X-axis mark or Y-axis mark of at least one reference mark and one another reference mark about a two-dimensional reference mark. However, while

the equalization effectiveness is acquired so that the number of the reference mark to measure increases, the scaling (telescopic motion) of the wafer holder H1 can also be taken now into consideration, and a high precision is acquired. It is desirable similarly, for it to be good also about an alignment mark, three to measure [ at least ] the location of a 1-dimensional alignment mark, if it is the minimum, but to convert the number of an alignment mark which makes the number of the shot field to measure three or more pieces, and is measured into a 1-dimensional alignment mark, and to make it six or more pieces, in order to take into consideration a scaling (the direction of X and the direction of Y), a perpendicularity error, etc.

[0109] The alignment actuation to the wafer W1 on the above-mentioned wafer stage WST1 is ended before the exposure actuation to the wafer W2 which the wafer stage WST2 side mentioned above, and the wafer stage WST1 will be in a standby condition.

[0110] (6) And with a main control unit 90, after the exposure actuation to a wafer W2 is completed, in order to expose a wafer W1, as shown in drawing 1, it will move under the projection optical system PL on the wafer stage WST1. However, in the middle of this migration, the interferometer beam shown by length measurement shaft BI1Y separates from migration mirror 96b, and it becomes impossible to location measure [ of Y shaft orientations of the wafer stage WST1 ] it so that it may be easily imagined from drawing 2 and drawing 3. So, in a main control unit 90, the following devices are carried out and it moves under the projection optical system PL on the wafer stage WST1. That is, in a main control unit 90, either Ma1 of the reference marks Ma1, Mb2, Mc, and Md, for example, a reference mark, once moves to the location located in the visual field of alignment system 24a on the wafer stage WST1 through the stage control unit 70, the X-axis linear motors 82 and 83, and the Y-axis linear motor 80. Subsequently, so that the wafer stage WST1 may be in the condition of having stood it still about Y shaft orientations, in a main control unit 90 So that only the distance of the detection core SXa and optical axis AX which the wafer stage WST1 searched for beforehand may move in the direction of +X at the same time it carries out servo control of the Y-axis linear motor 80 through the stage control device 70, using Y location at that time as desired value The X-axis linear motors 82 and 83 are driven through the stage control unit 70, carrying out the monitor of the measurement value of an interferometer 16 which has length measurement shaft BI1X. By this, the wafer stage WST1 will move in the direction of +X, and the reference mark Ma1 located directly under alignment system 24a will be located directly under a projection optical system PL by migration of this wafer stage WST1. Of course, in parallel to migration of this wafer stage WST1, with the main control unit 90, it is moving to the wafer exchange location of an alignment system 24b lower part through the stage control device 70 on the wafer stage WST2 as well as the migration by the side of the above-mentioned wafer stage WST1, and the interferometer 48 which has length measurement shaft BI3Y just before detection of one on the wafer stage WST2 of reference marks is attained by alignment system 24b is reset.

[0111] (7) it is shown to drawing 1 by the main control unit 90 after that -- as -- the reticle marks RM1 and RM2 -- move mirrors 31 and 32 to each upper part, respectively, irradiate the alignment light of the exposure wavelength from the RA microscopes 41 and 42 at the reticle marks RM1 and RM2, respectively, and irradiate reference marks Ma1 and Ma2 through a projection optical system PL, respectively with the alignment light which passed through the perimeter of the reticle marks RM1 and RM2. Detection of the relative position of the image of the reference marks Ma1 and Ma2 on the reference mark plate FMa and the corresponding reticle marks RM1 and RM2 is performed by the alignment control unit 60 by this, and the detection result is supplied to a main control unit 90. The interferometer 46 is reset at one to which the interferometer beam shown by length measurement shaft BI2Y came to hit the reflector of migration mirror 96b in advance of detection of the above-mentioned relative position here of the events. The location of the wafer stage WST1 is managed henceforth at that time on XY system of coordinates (it is called the following and "being system of coordinates at the time of exposure") which make a zero the optical axis of the projection optical system PL specified by length measurement shaft BI2Y and BI1X.

[0112] (8) Therefore, the result of the above-mentioned relative-position detection in a main control unit 90, The coordinate location of the marks Ma1 and Ma2 on the reference mark plate [ in / the time of exposure / based on the measurement value of interferometers 46 and 16 which has length measurement shaft BI2Y at that time, and BI1X, respectively / system of coordinates ] FMa, The coordinate location of the wafer side top projection image of the marks RM1 and RM2 on Reticle R is computed, and it calculates according to both difference, the physical relationship of location gaps, i.e., amount, of an exposure location (projection core of a projection optical system PL), and the coordinate location of the reference marks Ma1 and Ma2 on the reference mark plate FMa.

[0113] In this case, the tilt angle to the X-axis of the straight line which the core of the image of the reticle



marks RM1 and RM2 is based on exposure, and passes along the core of those images is the tilt angle of the image of a reticle pattern. Here, the angle of rotation of a reticle stage RST shall be amended so that the tilt angle may be beforehand set to about 0.

[0114] In addition, in a main control unit 90, it adds to measurement of the physical relationship of an above exposure location (projection core of a projection optical system PL), and the coordinate location of the reference marks Ma1 and Ma2 on the reference mark plate FMa. Relative displacement of the reference marks Mb1-Mb3 on the reference mark plate FMb and the reticle mark formed on reticle is carried out. This is measured using one reticle alignment microscope 41 (or 42). It is good also as performing scaling doubling of the interferometer of a reticle stage RST, and the interferometer of the wafer stage WST1, i.e., scanning travel doubling of the reticle R at the time of relative scan actuation, and a wafer W1.

[0115] (9) Compute after that the offset to X shaft orientations of holder system of coordinates over system of coordinates mentioned above, and Y shaft orientations, and an angle of rotation  $\theta_2$  with a main control unit 90 using the X coordinate of reference marks Ma1 and Ma2, and a Y coordinate at the time of exposure. And in a main control unit 90, the array coordinate ( $X_{Ai}$ ,  $Y_{Ai}$ ) of each shot field of the wafer W1 in system of coordinates is computed using the offset and the information on an angle of rotation  $\theta_2$ , and the array coordinate ( $X_i$ ,  $Y_i$ ) of each shot field of the wafer W1 on the holder system of coordinates memorized at the above-mentioned process at the time of exposure. If this array coordinate ( $X_{Ai}$ ,  $Y_{Ai}$ ) is used, the core of each shot field on a wafer W1 and the core of the image of the pattern of Reticle R can be made to agree in high degree of accuracy. Then, on the wafer stage WST1, exposure to a wafer W1 is performed like the exposure to the wafer W2 which mirrors 31 and 32 shunted out of the optical path of the exposure light IL, and mentioned above after that with the main control unit 90.

[0116] In addition, instead of computing an angle of rotation as mentioned above in addition to offset or it, use one side of the RA microscopes 41 and 42, and at least three reference marks are detected. Ask for the X coordinate of the wafer stage (reference mark) on system of coordinates (at the time of exposure system of coordinates) in case the amount of location gaps of each reference mark to a reticle mark serves as zero or a predetermined value, and a Y coordinate, for example, the above-mentioned EGA method is applied. The array coordinate of each shot field on the system of coordinates may be computed. That is, the coordinate value on system of coordinates and the coordinate value on holder system of coordinates may be substituted for the model type of an EGA method for every reference mark at the time of exposure, and the error parameter may be computed with a least square method etc. And you may make it compute the array coordinate of each shot field on system of coordinates at the time of exposure by substituting the array coordinate of each shot field on holder system of coordinates for the model type by which the error parameter was computed.

[0117] Thus, since the reliability of the array coordinate ( $X_i$ ,  $Y_i$ ) of each shot field of the wafer W1 on holder system of coordinates is high, each shot field on a wafer W1 will pile up with a sufficient precision to the pattern image of Reticle R as a result. That is, according to the aligner of this operation gestalt, a high alignment precision (superposition precision) is acquired.

[0118] On the other hand, on the wafer stage WST2, in parallel to exposure to a wafer W1 being performed by the above-mentioned wafer stage WST1 side, wafer exchange is performed by the non-illustrated wafer swap device in the wafer exchange location of the lower part of alignment system 24b, and alignment actuation is performed by the same procedure as the above-mentioned to the wafer after the exchange (it is called "wafer W'" for convenience).

[0119] And when the exposure actuation to a wafer W1 is completed, while the wafer stage WST1 moves to the location (lower part of alignment system 24a) shown in drawing 2, alignment actuation by the wafer swap device mentioned [ which mentioned above and wafer-exchanged ] above is performed, the wafer stage WST2 moves under the projection optical system PL, and exposure is performed to wafer W'. Thus, with this operation gestalt, since wafer exchange and alignment actuation are performed on the wafer stage WST2 (or WST1) of another side in parallel to the exposure actuation to the wafer on one wafer stage WST1 (or WST2), a high throughput is realizable.

[0120] As explained to the detail, as mentioned above, in the aligner 10 of this operation gestalt So that physical relationship with the wafer holder H1 (or H2) may become fixed on the wafer stage WST1 (or WST2) Four reference mark plate FMa-FMd (or FMa'-FMd') by which two or more reference marks Ma1-Md (or Ma1'-Md') distributed, and have been arranged for every measurement sequence used is prepared around the wafer holder. Moreover, since the various measurement sequences which include the detection actuation which detects the positional information of each reference mark using alignment system 24a (or 24b) with a main control unit 90 are performed, the function about measurement is maintainable. Moreover,

since two or more reference marks distribute to reference mark plate FMa-FMd and are arranged for every measurement sequence used at it, a reference mark plate can be formed in few tooth spaces on a wafer stage (refer to drawing 4 ). Therefore, it becomes possible to aim at miniaturization of a wafer stage, as a result curtailment of the footprint of equipment.

[0121] Moreover, reference marks Ma1-Md (or Ma1'-Md') are arranged so that it may be located near each top-most-vertices location of a square including the core of the wafer holder H1 (or H2). For this reason, sufficiently large spacing between reference marks (distance) can be taken, constraint of a measurement span can be eased, and, thereby, improvement in measurement precision can be aimed at. moreover, the case where the core of a wafer holder is searched for based on the measurement result of the location of a reference mark since the core of the wafer holder H1 (or H2) exists in the interior of the field of the square surrounded by the reference mark -- the central point -- a reference mark location, so to speak, it is equivalent to a interpolation point. Therefore, it can ask for the holder system of coordinates to which a main control unit 90 makes the core of a wafer holder a zero by detecting the positional information of each reference mark established on the wafer stage using the alignment system and the interferometer, and performing a predetermined operation based on the positional information with to some extent high reliability. In a main control unit 90, moreover, the positional information of the alignment mark which exists in the interior of said square on a wafer using an alignment system and an interferometer By asking on system of coordinates at the time of alignment, and changing this into the positional information in holder system of coordinates For example, even if it is the case where location measuring [ of the wafer stage by the interferometer ] became impossible, and it becomes impossible for the location of a wafer stage to manage temporarily By measuring a reference mark again on new system of coordinates (at the time of exposure system of coordinates), the positional information of an alignment mark can be searched for with high dependability on new system of coordinates based on the measurement result and the positional information in holder system of coordinates. Therefore, the location of a wafer can always be managed with a sufficient precision, without causing enlargement of a wafer stage, and amplification of the footprint of equipment.

[0122] Moreover, the location of the wafer stages WST1 and WST2 It is managed on rectangular coordinate systems, such as system of coordinates, by the interferometer at the time of system of coordinates and exposure at the time of alignment. To two or more reference mark plates The 1st mark plate (FMa, FMa') extended long and slender to X shaft orientations by which two or more reference marks were formed in X shaft orientations on a rectangular coordinate system, and the 2nd mark plate (FMb, FMb') extended long and slender to Y shaft orientations by which two or more reference marks have been arranged at Y shaft orientations are contained. For this reason, it is possible to attain the miniaturization of each reference mark plate, as a result the miniaturization of the wafer stage where a reference mark plate is arranged, maintaining that function by distributing the reference mark which recognizes a large number existence according to those activity modes.

[0123] In addition, although each reference mark explained the case where it was formed on the reference mark plate (FMa-FMd, FMa'-FMd') formed around the wafer holder (substrate attachment component), with the above-mentioned operation gestalt Although this is carried out in this way in order to secure easily the precision (line breadth, display flatness, etc.) demanded in the case of processing, it may form not only this but a reference mark directly on a wafer stage, or may form it in a wafer holder. Moreover, the reference mark plate separated from the wafer holder may be fixed on a wafer stage.

[0124] Moreover, although holder system of coordinates were determined with the above-mentioned operation gestalt from the coordinate value (measurement value) which detects two or more reference marks and is obtained The coordinate value of each reference mark is computed with an EGA method, using two or more of the obtained coordinate values. Holder system of coordinates may be determined from the parameter obtained when the error parameter of a model type used for determining holder system of coordinates from this calculated value, or computing a coordinate value by the EGA method is computed, for example, offset, and a rotational error. Moreover, the coordinate value which detects at least one reference mark and is obtained by the alignment systems 24a and 24b of an off axis method, The coordinate value which detects an alignment mark, respectively and is obtained in at least three shot fields is used. The coordinate value of a reference mark and each shot field is computed with an EGA method. The coordinate value of each shot field which computed the at least one reference mark previously based on the deflection of the coordinate value detected and obtained under the RA microscopes 41 and 42 and the coordinate value computed previously may be amended, and the above-mentioned array coordinate (Xi, Yi) may be determined.



[0125] In addition, it sets in the above-mentioned operation gestalt. The wafer stage WST1 The lower part of alignment system 24a In case it moves under the projection optical system PL (condition shown in drawing 1 ) from (the condition shown in drawing 2 ) (or when moving under the projection optical system PL (condition shown in drawing 2 ) on the wafer stage WST2 from the lower part (condition shown in drawing 1 ) of alignment system 24b) As for the relative-position relation between a wafer holder, a wafer, as a result a reference mark plate and a wafer, not changing as much as possible is desirable. Then, the temperature controller which becomes the part in which the wafer holder and reference mark plate of the wafer stage WST1 (or WST2) are laid from heating and the cooling component of a heater, a \*\* RUCHIE component, etc., and becomes a list from temperature measurement components, such as a thermistor, is formed, and you may make it maintain uniformly the temperature of a wafer holder, a wafer, and a reference mark plate with this temperature controller.

[0126] In addition, of course, it is also possible to adopt the different distributed approach from the approach which showed the reference mark to the above-mentioned operation gestalt as an approach of distributing according to a measurement sequence.

[0127] Moreover, although a reference mark plate shall be formed on four the outskirts of a wafer holder with the above-mentioned operation gestalt, it is also possible to adopt a configuration method as this invention not limited to this and shown in drawing 5 and drawing 6 . Hereafter, the modification of arrangement of a reference mark is explained based on drawing 5 and drawing 6 .

[0128] Wafer stage WST' concerning the 1st modification is shown in drawing 5 . Three reference mark plates FMe, FMf, and FMg are formed around the wafer holder on wafer stage WST' so that this drawing 5 may also show. triangle EA' to which these three reference mark plates FMe, FMf, and FMg have main Hc' of a wafer holder inside -- it is arranged mostly in the top-most-vertices location. among these, to the reference mark plate FMe formed in the bottom (-Y side) in drawing 5 of Wafer W Two reference marks Me1 and Me2 simultaneously measurable under RA microscope of a 2 eye couple as well as the reference mark plate FMa shown in drawing 4 are formed. The reference marks Mf and Mg for specifying said holder system of coordinates are formed, respectively like the reference mark plates FMc and FMd shown in the other reference mark plates FMf and FMg at drawing 3 .

[0129] Similarly [ in the modification of this drawing 5 / above-mentioned / operation ], since the core of a wafer holder exists in the interior of field EA' of the triangle surrounded by the reference mark, when searching for the core of a wafer holder based on the measurement result of the location of a reference mark, that central point is equivalent to a interpolation point, if a reference mark location says. Therefore, it can ask for the holder system of coordinates to which a main control unit 90 makes the core of a wafer holder a zero by detecting the positional information of each reference mark established on the wafer stage using the alignment system and the interferometer, and performing a predetermined operation based on the positional information with to some extent high reliability. Moreover, compared with the case where an EGA operation is performed using the positional information of the alignment mark attached to the shot field of the field EA' exterior in the dependability of the error parameter (X, Y offset, rotation, perpendicularity, X, Y scaling) which is the result of an operation, it can be made high by performing an EGA operation using the positional information of the alignment mark attached to the shot field included inside field EA'. This point is the same also with the above-mentioned operation gestalt.

[0130] Moreover, since spacing of the direction which intersects perpendicularly with it becomes small in arrangement by which spacing of reference mark plates becomes large only to a predetermined direction and lowering of the measurement precision in the so-called EGA measurement takes place, it is desirable to arrange a reference mark (reference mark plate) at intervals of an almost equal include angle on the periphery of a wafer holder.

[0131] In addition, about the number and an arrangement location, it is [ that what is necessary is just to arrange a reference mark plate so that at least three reference marks may be located at the top-most vertices of not only arrangement like this modification or the above-mentioned operation gestalt but a polygon as arrangement of the reference mark plate on a wafer stage ] possible to set it as arbitration.

[0132] Wafer stage WST" concerning the 2nd modification is shown in drawing 6 . In wafer stage WST" concerning this 2nd modification, it has the description at the place in which two reference mark plates FMh and FMi are formed near the wafer holder so that drawing 6 may show.

[0133] straight-line EA" by which these two reference mark plates FMh and FMi pass along the core of a wafer holder -- it is arranged about the upper core in the opposite hand, and the reference marks Mh and Mi for specifying holder system of coordinates are formed like the reference mark plates FMc and FMd shown in the reference mark plates FMh and FMi at drawing 3 .

[0134] By arranging two reference mark plates in this way, spacing between reference marks can be taken to the die length of diameter extent of a wafer holder, constraint of a measurement span can be eased, and, thereby, improvement in measurement precision can be aimed at. Moreover, since the core of a wafer holder exists on the straight line which connects two reference marks, when searching for the core of a wafer holder based on the measurement result of the location of a reference mark, the central point is equivalent to the interpolation point of a reference mark location. It can ask for the holder system of coordinates which make the core of a wafer holder a zero with to some extent high reliability by detecting the positional information of each reference mark which follows for example, by which the main control unit 90 was formed on the wafer stage using the alignment system and the interferometer, and performing a predetermined operation based on the positional information. In a main control unit 90, moreover, the positional information of the alignment mark which exists on said straight line on a wafer using an alignment system and an interferometer For example, by asking on system of coordinates at the time of alignment, and changing this into the positional information in holder system of coordinates For example, even if it is the case where it becomes impossible for the location of a wafer stage to manage temporarily By measuring a reference mark again on new system of coordinates (at the time of exposure system of coordinates), the positional information of an alignment mark can be searched for with high dependability on new system of coordinates based on the measurement result and the positional information in said holder system of coordinates. Therefore, it becomes possible to always manage the location of a wafer with a sufficient precision, without causing enlargement of a wafer stage, and amplification of the footprint of equipment. In this case, two reference marks are able to compute easily the main coordinate and angle of rotation of a wafer holder from a symmetrical thing to the core of a wafer holder, for example. Moreover, for example, when the location of a wafer stage is managed on the rectangular coordinate system by the interferometer, and making it the straight line which connects two reference marks have about 45-degree dip to the axis of coordinates of a rectangular coordinate system, it becomes possible to measure a mark location in a precision equivalent about the direction of both axes of coordinates of a rectangular coordinate system. Moreover, although the aligner of drawing 1 shall have two wafer stages, you may be one, and the configuration of those other than a reference mark plate is arbitrary, and is not cared about. Moreover, any of a 1-dimensional mark and a two-dimensional mark are sufficient as the reference mark formed in each reference mark plate, and it may combine both.

[0135] Furthermore, although the front face of a reference mark plate shall be set as the almost same height as a wafer front face with the above-mentioned operation gestalt, it is not necessarily necessary to arrange a reference mark plate so that the front face may become the same height as the front face of a wafer. A projection optical system PL is inserted with the above-mentioned operation gestalt. Moreover, two alignment system 24a, Although 24b shall be arranged, it shall move between alignment system 24a and a projection optical system PL on the wafer stage WST1 and waste-cloth TEJI WST2 shall be moved between alignment system 24b and a projection optical system PL For example, it is good also as a configuration which prepares only one side of the alignment systems 24a and 24b, and replaces two wafer stages between one alignment system and a projection optical system PL as indicated by WO 98/No. 40791. Furthermore, in parallel to exposure of one wafer of the wafer stages WST1 and WST2, the level difference information on the shot field on a wafer may be detected using the sensor of the same configuration as AF sensor used for example, by the projection optical system PL at the time of the mark detection on the wafer by the alignment systems 24a and 24b in the wafer stage of another side.

[0136] In addition, with the above-mentioned operation gestalt, although sources of ultraviolet radiation, such as KrF excimer laser and ArF excimer laser, and the pulse laser light source of vacuum ultraviolet areas, such as F2 laser, shall be used as the light source, other vacuum-ultraviolet light sources, such as not only this but Ar2 laser light source (output wavelength of 126nm), may be used. Moreover, the single wavelength laser beam of the infrared region oscillated not only from a laser beam but from the DFB semiconductor laser or fiber laser outputted from each above-mentioned light source as a vacuum-ultraviolet light, for example or a visible range may be amplified with the fiber amplifier with which the erbium (Er) (or both an erbium and an ytterbium (Yb)) was doped, and the higher harmonic which carried out wavelength conversion may be used for ultraviolet radiation using a nonlinear optical crystal.

[0137] In addition, although the above-mentioned operation gestalt explained the case where this invention was applied to scanning aligners, such as step - and - scanning method, of course, the applicability of this invention is not limited to this. That is, this invention is suitably applicable also to the cutback projection aligner of a step-and-repeat method.

[0138] In addition, while including the illumination system and projection optical system which consist of



two or more lenses in the body of an aligner and carrying out optical adjustment, the aligner of the above-mentioned operation gestalt can be manufactured by attaching in the body of an aligner the reticle stage and wafer stage which consist of many machine parts, connecting wiring and piping, and carrying out comprehensive adjustments (electric adjustment, check of operation, etc.) further. In addition, as for manufacture of an aligner, it is desirable to carry out in the clean room where temperature, an air cleanliness class, etc. were managed.

[0139] In addition, this invention is applicable to the aligner used for manufacture of the aligner which imprints the device pattern used for manufacture of the display not only containing the aligner for semiconductor manufacture but a liquid crystal display component etc. on a glass plate, the aligner which imprints the device pattern used for manufacture of the thin film magnetic head on a ceramic wafer and image sensors (CCD etc.), a micro machine, a DNA chip, etc. Moreover, in order to manufacture the reticle or the mask used not only with micro devices, such as a semiconductor device, but with an optical aligner, an EUV aligner, an X-ray aligner, an electron ray aligner, etc., this invention is applicable also to the aligner which imprints a circuit pattern to a glass substrate or a silicon wafer. Generally with the aligner using DUV (far-ultraviolet) light, VUV (vacuum ultraviolet) light, etc., transparency mold reticle is used here, and quartz glass, the quartz glass with which the fluorine was doped, a fluorite, magnesium fluoride, or Xtal is used as a reticle substrate. Moreover, in the X-ray aligner or electron ray aligner of a pro squeak tee method, a transparency mold mask (a stencil mask, membrane mask) is used, and a silicon wafer etc. is used as a mask substrate.

[0140] Although the operation gestalt of this invention mentioned above and its modification are a suitable operation gestalt in the actual condition, and its modification, this contractor of a lithography system will hit on an idea easily to the operation gestalt and modification which were mentioned above to carry out many addition, deformation, and a permutation, without deviating from the pneuma and the range of this invention. All such addition, deformation, and a permutation are included in the range of this invention most exactly specified by the above-mentioned claim.

[0141]

[Effect of the Invention] As explained above, according to each stage equipment according to claim 1 to 4, it is effective in the ability to attain the miniaturization, with a measurement function maintained.

[0142] Moreover, according to each aligner according to claim 5 to 19, it is effective in the miniaturization of a substrate stage and curtailment of an equipment footprint being possible. Especially, according to each aligner according to claim 9 to 19, in addition to the above, it is effective in the location of a substrate being always manageable with a sufficient precision.

---

[Translation done.]

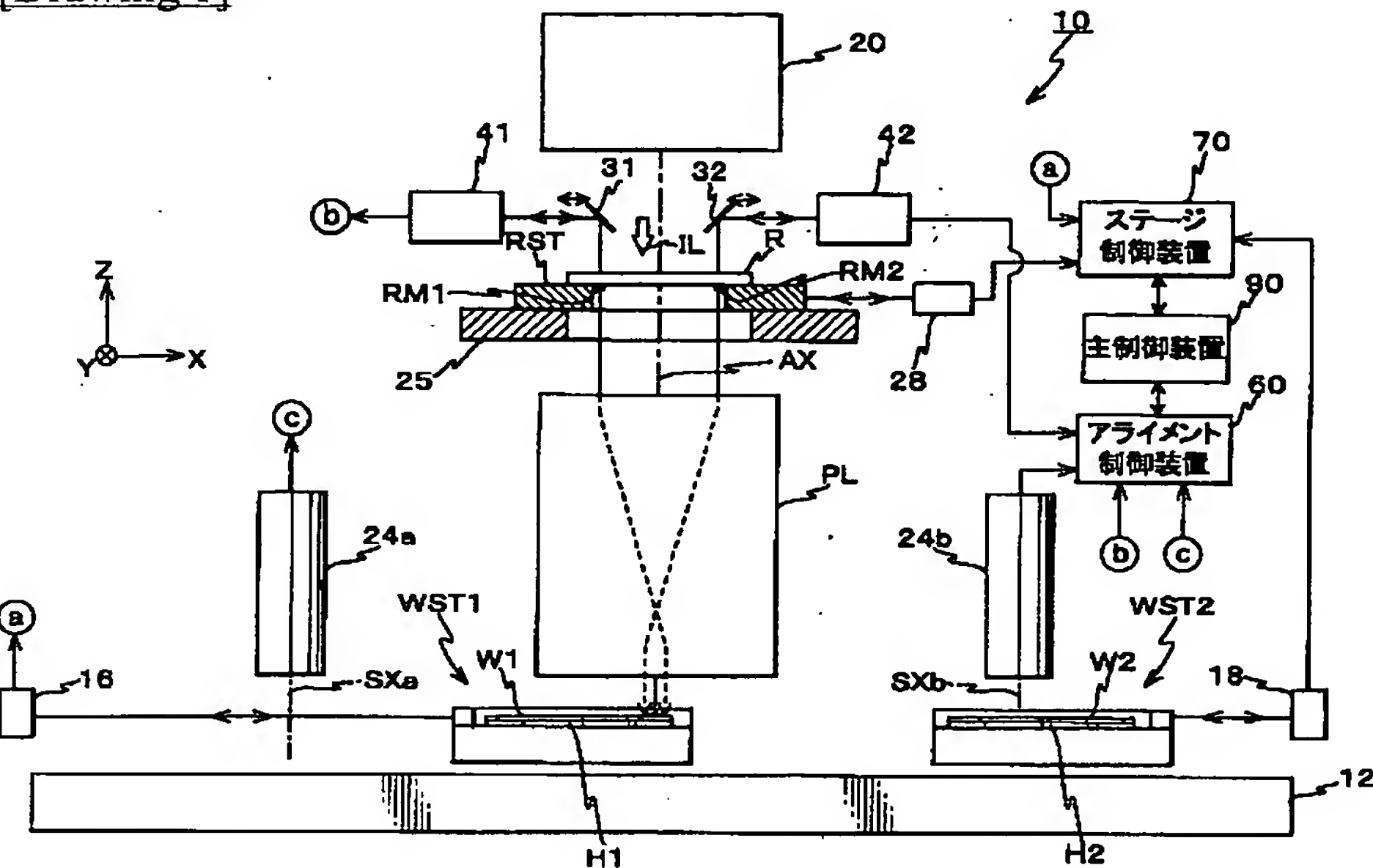
\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

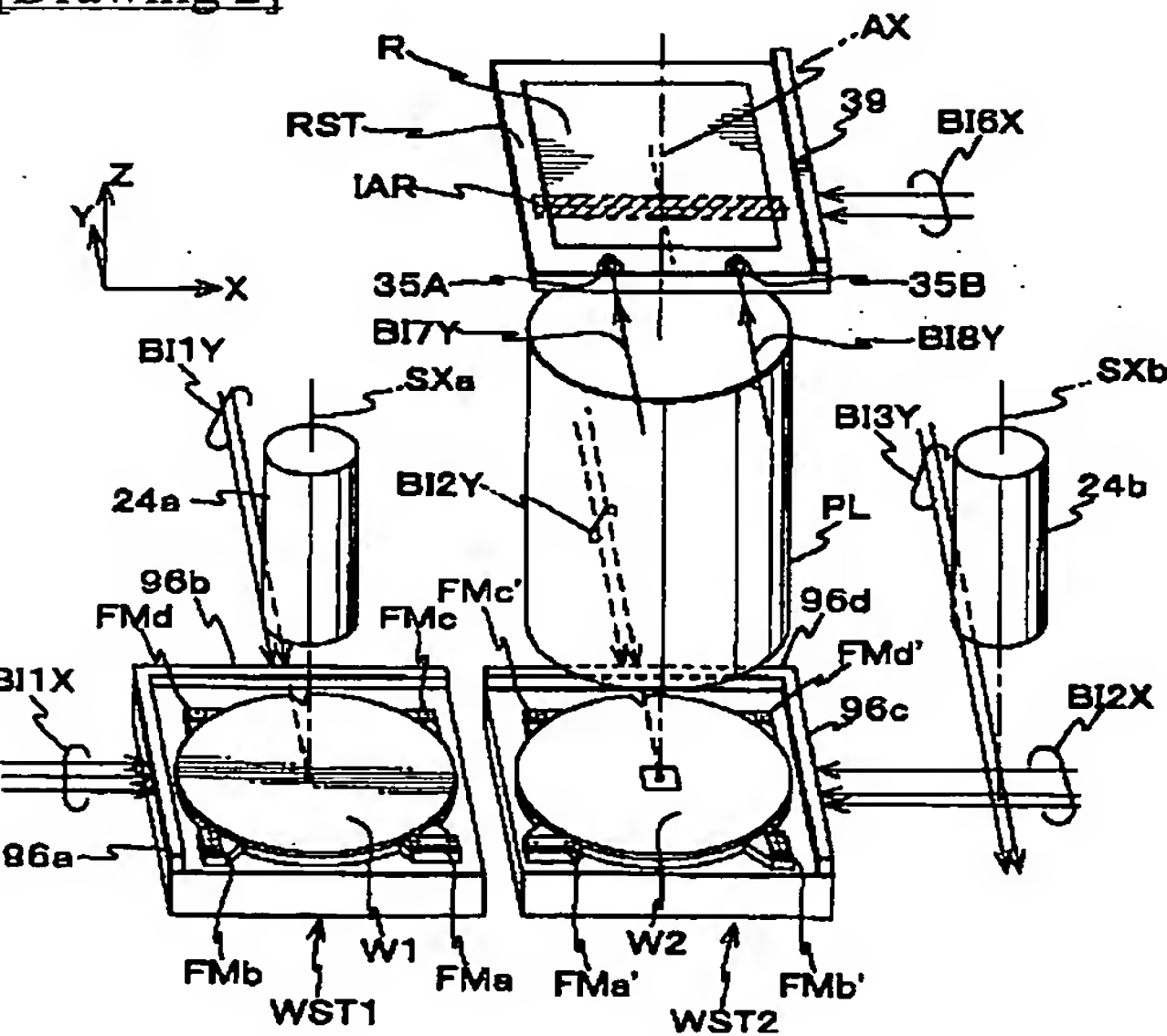
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

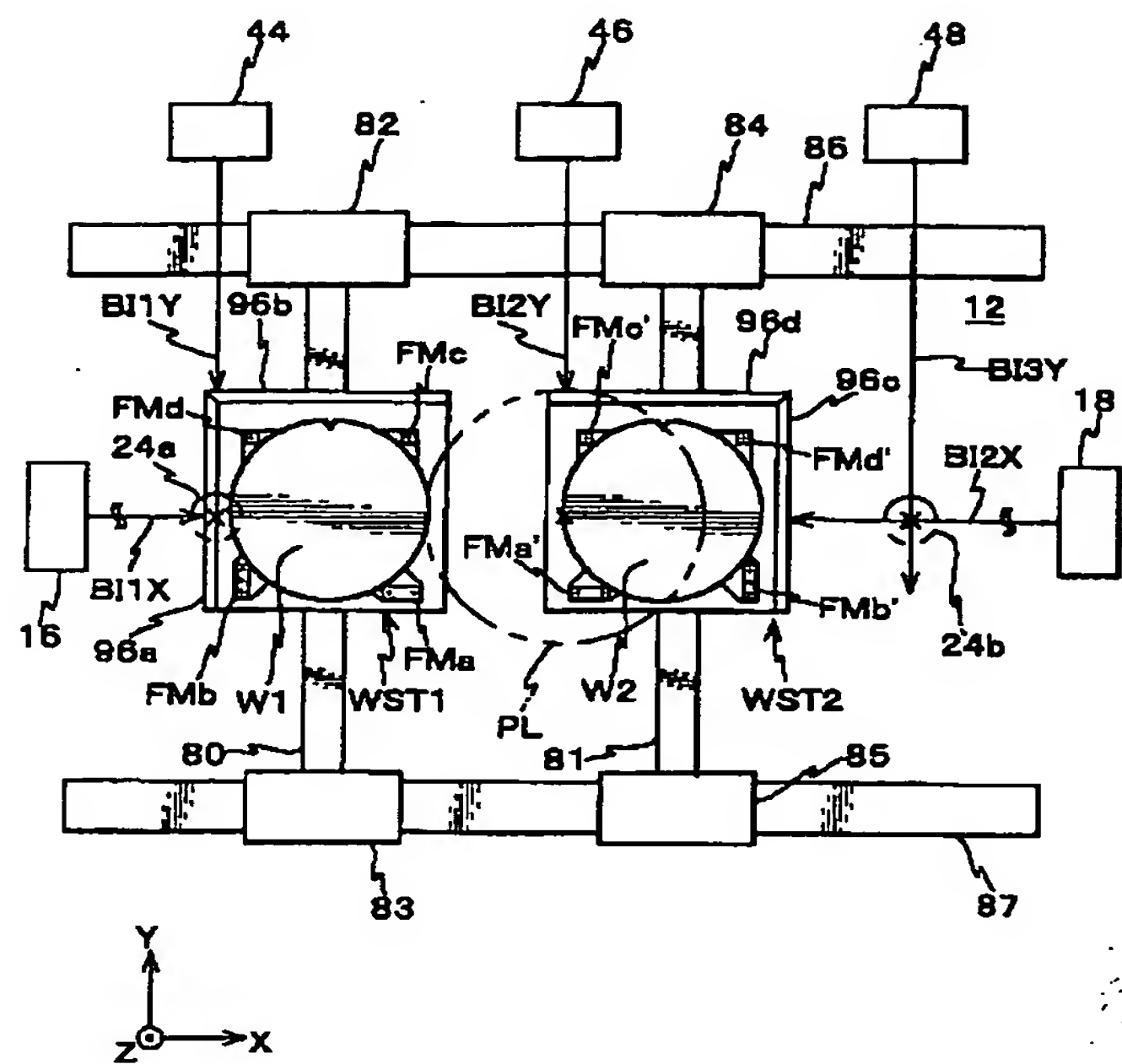


[Drawing 2]

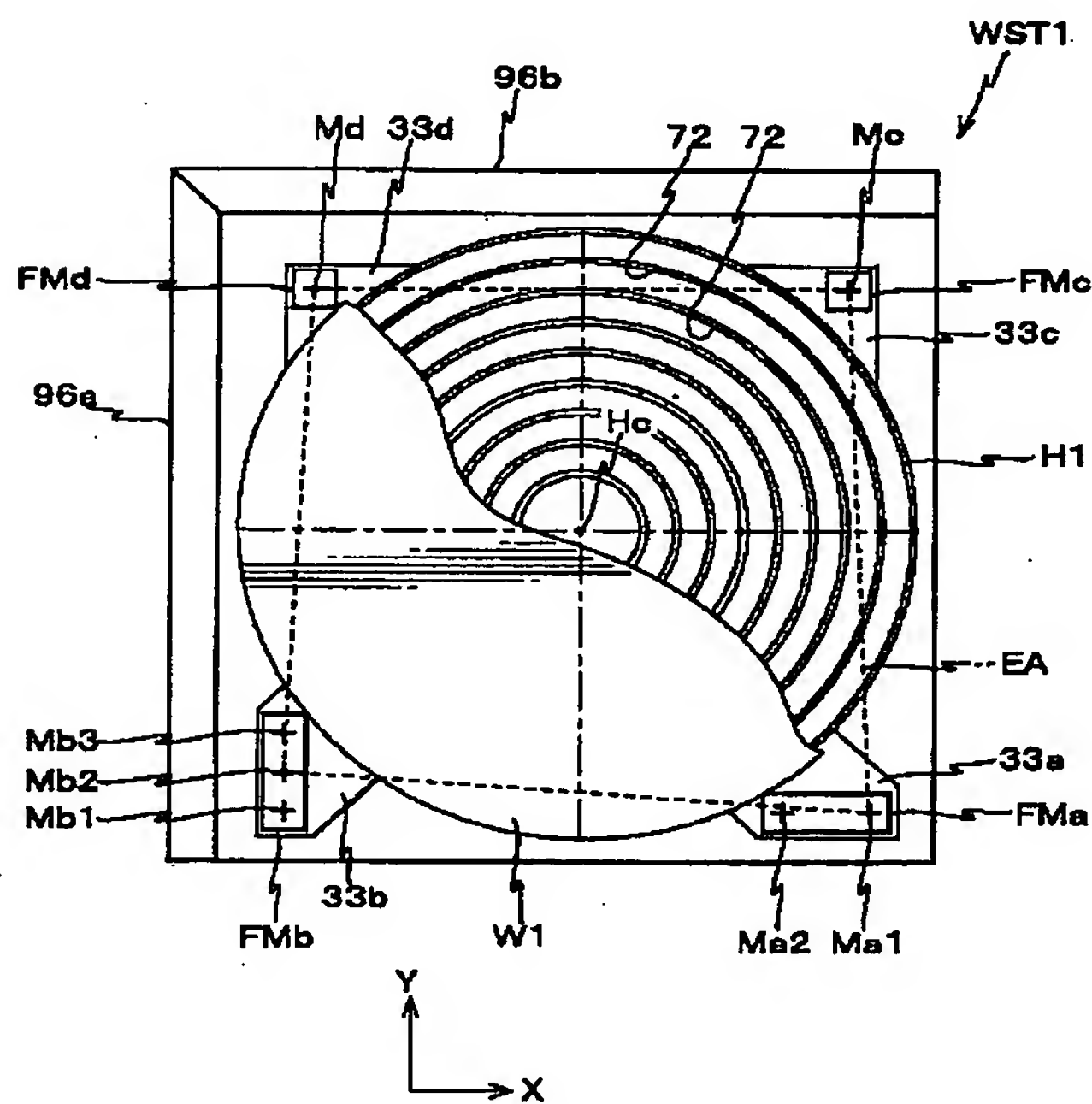


[Drawing 3]

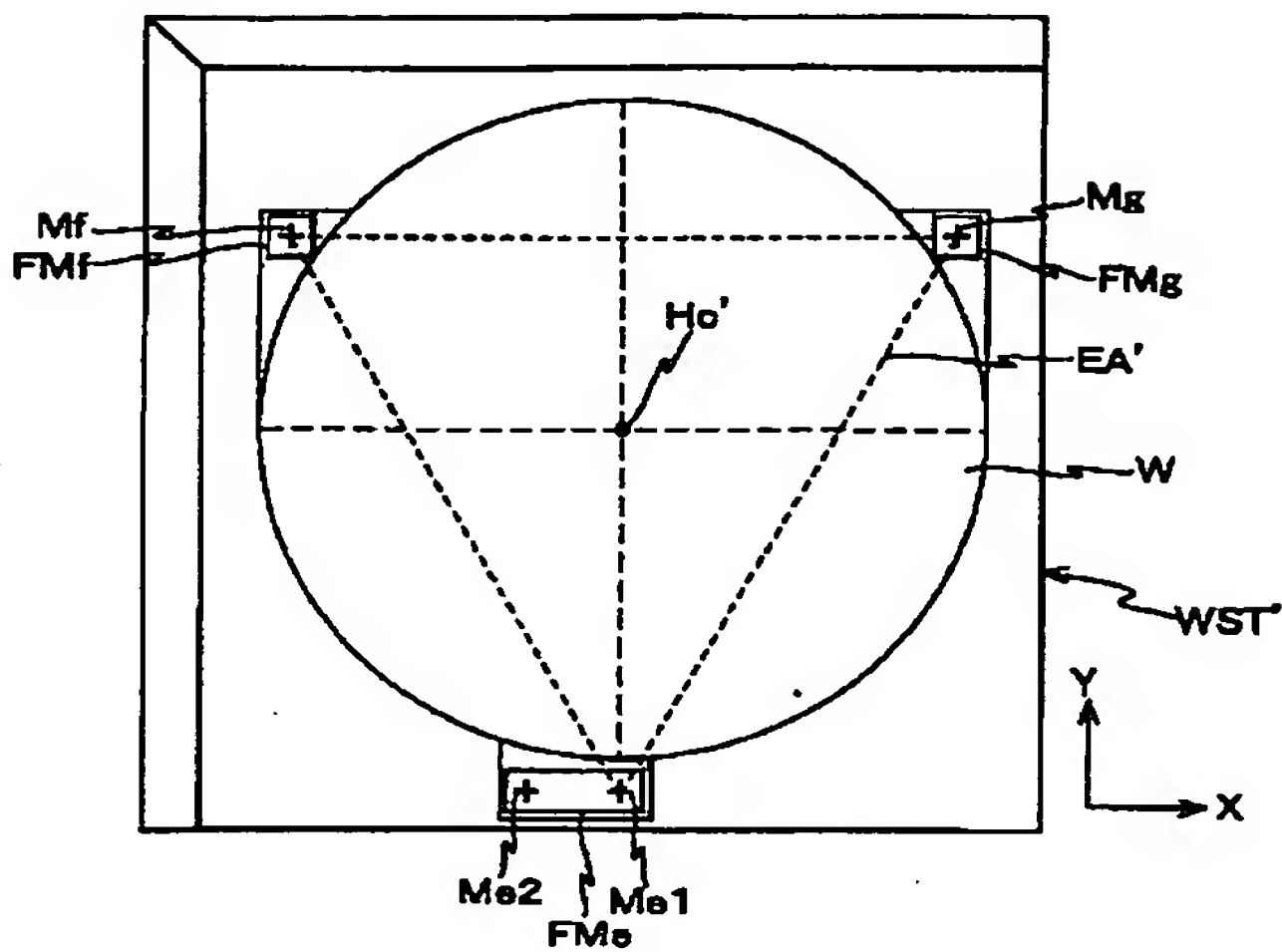




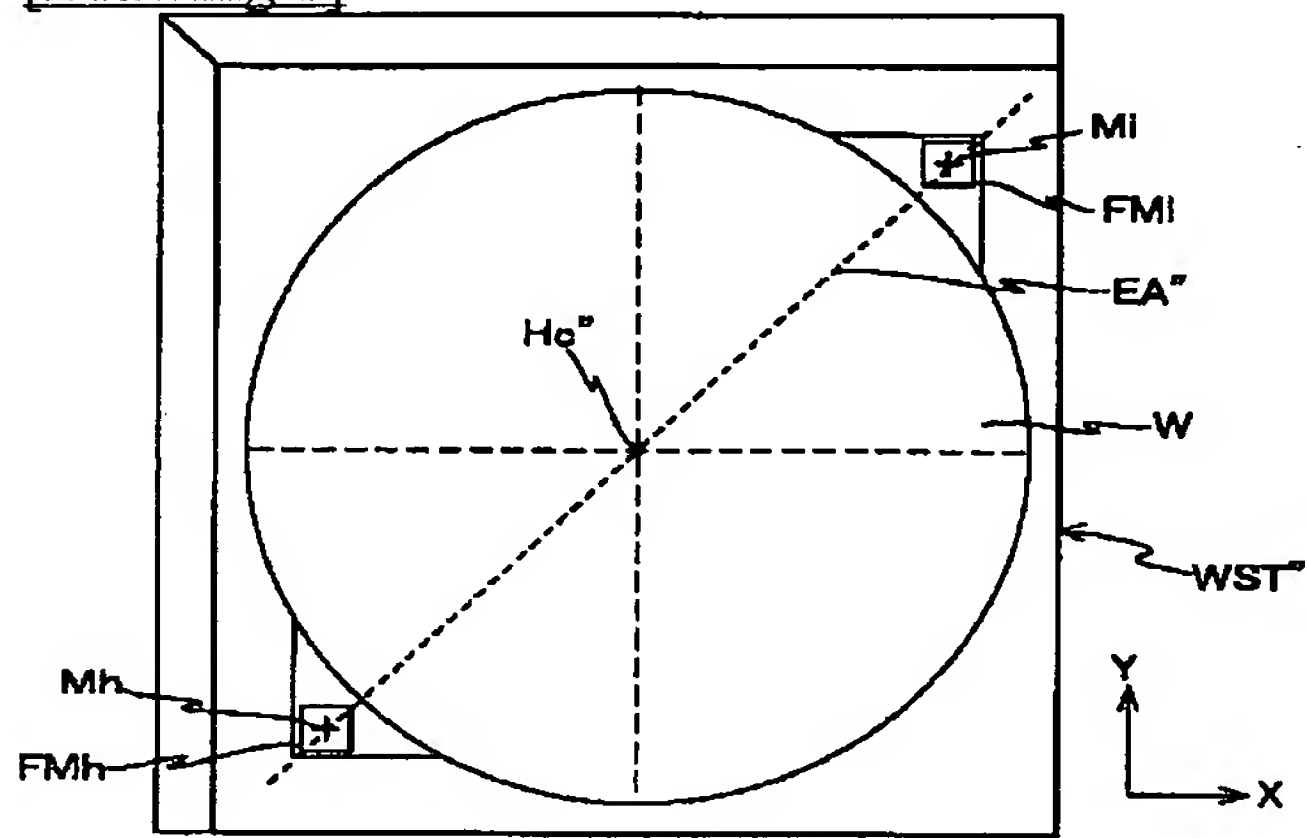
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]